Beiträge

zur

Kenntniss der Zahl- und Maassverhältnisse

der

rothen Blutkörperchen.

Inaugural-Dissertation

der

medicinischen Facultät der Kaiser Wilhelms-Universität Strassburg

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Martin Bethe,
pract. Arzt aus Stettin.

Naumburg a/S.
G. Pätz'sche Buchdr. (Lippert & Co.).
1891.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät der Universität Strassburg.

Referent: **Prof. Dr. Schwalbe.**

Beiträge zur Kenntniss der Zahl- und Maassverhältnisse der rothen Blutkörperchen

von

Martin Bethe,
pract. Arzt aus Stettin.

Hierzu Tafel I u. II.

I. Zählungen der Blutkörperchen.

Seitdem von VIERORDT eine Methode angegeben worden ist, um die Anzahl der rothen Blutkörper in einem gewissen Raumtheil von Blut zu bestimmen, sind diese Zählungen in grosser Menge ausgeführt worden. Die Blutkörperchen des Blutes von allen Klassen der Wirbelthiere wurden gezählt und aus den Resultaten interessante Schlüsse gezogen. Die Ergebnisse der Zählungen sind jedoch, genau besehen, manchmal so widersprechend, dass es mir, besonders da viele Angaben aus einer Zeit herstammen, in der die Methode noch nicht so gut ausgebildet war wie heut zu Tage, wünschenswerth erschien, sie auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen. Herr Professor SCHWALBE bestärkte mich in meinem Vorhaben und rieth mir, die rothen sowohl, als auch die weissen Blutkörper möglichst vieler Thiere der Zählung zu unterziehen. Gleichzeitig sollte ich jedoch auch Zählungen der Blutkörperchen bei Thieren in den verschiedensten Lebensaltern vornehmen und besonders das Blut der Embryonen berücksichtigen, über das sich bis jetzt in der Litteratur nur vereinzelte Angaben finden. Mit diesen Zählungen auch gleichzeitig Messungen der Blutkörperchen vorzunehmen, lag sehr nahe, und ist auch nothwendig, da bekanntlich zwischen Grösse und Zahl der rothen Blutkörperchen ein bestimmtes Verhältniss besteht. Jedoch gerade diese Messungen wurden dadurch, dass sie manches Interessante zu Tage förderten, die Veranlassung, dass ich von meiner ursprünglichen Aufgabe etwas abgeleitet wurde, dass ich mein Thema erheblich erweitern musste und dass schliesslich das, was nur nebenbei

der Untersuchung unterzogen werden sollte, zur Hauptsache wurde. Bei meinen Arbeiten wurde ich von Herrn Professor SCHWALBE und seinen Assistenten in der bereitwilligsten Weise mit Rath und That unterstützt, und ihnen, besonders ersterem an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen, ist mir eine angenehme Pflicht.

Es würde mich zu weit führen, wollte ich alle Arbeiten durchgehen, die seit Angabe der Methode, die Blutkörperchen zu zählen, verfasst sind. Ihre Zahl ist mit der Zeit bis ins Unendliche gewachsen und es würde die Grenzen dieser Arbeit überschreiten, wenn ich sie auch nur flüchtig erwähnen wollte.[1]) Es möge mir daher erlaubt sein, die betreffenden Arbeiten bei der Zusammenstellung der Tabellen kurz zu citiren.

Bei der Zählung der rothen Blutkörperchen habe ich mich des von THOMA-ZEISS construirten Apparates bedient. Als Verdünnungsflüssigkeit wurde 3% ige Kochsalzlösung benutzt. Die Zählungen wurden nach der Vorschrift von THOMA [2]) nur ausgeführt, wenn die Präparate tadellos waren, d. h. wenn weder Verunreinigungen noch Luftblasen in die Kammer eingedrungen waren und zwischen den Glasplatten auch ohne Druck die NEWTON'schen Farbenringe sich zeigten. Ich übte diese Methode zuerst am eigenen aus der Fingerkuppe entnommenen Blute ein und ging erst dann, als ich sie ganz beherrschte, zur Untersuchung des Thierbluts über. Bei der Zählung selbst verfuhr ich, mich eng an die Vorschriften THOMA's haltend, so, dass ich von jeder Probe stets 5—6 grosse Quadrate durchzählte, von denen jedes 16 kleine enthält. Von jedem zu untersuchenden Thier wurden gewöhnlich zwei Blutproben entnommen.

Um die weissen Zellen des Bluts zu zählen, benutzte ich die ebenfalls von THOMA angegebene Methode,[3]) bei der durch Mischung von 1 Theil Blut mit 10 Teilen einer $^1/_3$ % Essigsäurehydrat enthaltenden Flüssigkeit die rothen Blutkörperchen aufgelöst werden und nur die weissen, sehr gut sichtbar, übrig bleiben. In Betreff aller weiteren Details muss ich auf die Originalarbeit verweisen.

Diese Methode leistete mir sehr gute Dienste bei der Untersuchung des Menschen- und Säugethierbluts, obgleich manchmal auch bei diesem trotz hinreichenden Schüttelns die rothen Blutkörperchen zu Klumpen zusammengeballt waren und die weissen Zellen eingeschlossen hatten; sie liess mich jedoch, wie es ja natürlich ist, bei der Untersuchung

---

[1]) Die ausführliche Darstellung von REINERT, „Die rothen Blutkörperchen etc.", Leipzig Vogel 1891 erschien erst, als meine Arbeit bereits abgeschlossen war.

[2]) „Ueber die Methode der Blutkörperchenzählung" von Dr. J. F. LYON und Prof. R. THOMA, VIRCHOW's Archiv Bd. 84, p. 131—154.

[3]) „Die Zählung der weissen Zellen des Bluts" von Prof. R. THOMA, VIRCHOW's Archiv Bd. 87, p. 201—209.

des Bluts anderer Thierklassen völlig im Stich. Denn die Kerne der rothen Blutkörperchen bleiben bei diesem Verfahren intact, schrumpfen höchstens etwas und machen so durch ihre Menge die Zählung der weissen unmöglich. Es wurden gewöhnlich die weissen Zellen von 30—50 Gesichtsfeldern gezählt; die Verschiebung der Kammer wurde mit der nöthigen Vorsicht aus freier Hand gemacht.

Die Blutproben wurden gewöhnlich durch tiefe Einschnitte in die Ohren gewonnen, oder, wenn das Thier doch dem Tode verfallen war, aus den grossen Halsgefässen entnommen. Nur ausnahmsweise, nämlich bei trächtigen Thieren, gewann ich das Blut durch Einschnitt in die Art. femoralis, die nachher sorgfältig wieder unterbunden wurde. Bei den Embryonen entnahm ich das Blut fast stets dem linken Herzen, oder, bei sehr kleinen Föten, den Halsgefässen, nachdem der Kopf abgetrennt war.

Meine Untersuchungen erstrecken sich, wie schon vorher bemerkt, auf erwachsene Thiere und auf Embryonen. Bei ersteren war es mein Bestreben, die Blutkörperchenzahl möglichst vieler und verschiedener Thiere aus allen Klassen der Wirbelthiere festzustellen, bei letzteren habe ich mich auf wenige Arten der Hausthiere beschränkt und es vorgezogen, die Zählungen bei Embryonen zwar derselben Species, jedoch verschiedenen Alters vorzunehmen, um so, wenn möglich zusammen mit den Angaben anderer Autoren, eine fortlaufende Reihe zu erhalten, die bei einem frühen Stadium des embryonalen Lebens beginnt, und durch alle Entwickelungsstufen bis zur Geburt fortschreitet.

In dem ersten Theil werde ich mich also hauptsächlich mit dem Blut erwachsener Thiere zu beschäftigen haben. Meine eigenen Zählungsresultate habe ich mit allen Angaben anderer Autoren, deren ich habhaft werden konnte, zusammengestellt und nach dem gebräuchlichen zoologischen System geordnet.

Jedoch möchte ich der Zusammenstellung der bei Thieren gefundenen Resultate noch eine Tabelle vorausschicken, in der ich die, von den verschiedenen Forschern für den Menschen gemachten Angaben neben einander gestellt habe, um die, mitunter recht grossen Abweichungen zu zeigen und um zu beweisen, dass alle diese Zahlenangaben nur einen relativen Werth haben können.

(Siehe Tabelle S. 210.)

Es handelt sich da nicht mehr um Unterschiede von Hunderttausenden, sondern um solche von 1 bis $1^1/_2$ Millionen, trotzdem sich alle Angaben nur auf den gesunden Menschen beziehen. Denn dass bei Krankheiten der verschiedensten Art die Zahl der rothen Blutkörper abnimmt, wird von allen Autoren zugegeben; behauptet ja doch sogar HAYEM, [1]) dass bei einem erwachsenen Manne schon eine gewisse

[1]) HAYEM, G., „Du sang et de ses altérations anatomiques". Paris 1889.

Der Mensch hat in einem Cbmm. rothe Blutkörper nach:

Name des Autors.	Zahl der rothen Blutkörper.	Geschlecht und Alter.	Angabe der Belegstellen.
1. Bouchut und Dubrisay.	4,192 687	20—30 Jahre alt.	Gaz. méd. de Paris, 1878 p. 168 u. 178.
2. Cramer.	4,726 000	—	bei Hayem.
3. Dupérié.	5,500 000	—	
4. Ehrmann und Siegel.	5,560 000	Mann.	Anzeiger d. k. k. Gesellschaft d. Aerzte in Wien, 1883, No. 15 u. 16.
	5,000 000	Weib.	
5. Gram.	4,430 000	—	Fortschritte d. Medicin, 1884, Bd. II, p. 33.
6. Hayem.	5,000 000	—	Du sang et de ses altérations anatomiques, Paris 1889.
7. Laache.	4,970 000	Mann.	Laache, S.: „Die Anaemie". Universitätsprogramm, Christiania 1883.
	4,430 000	Weib.	
8. Malassez.	4,000 000	—	Comptes rendus, I. 75, p. 1528. 1872.
9. Otto.	4,990 000	Mann.	Pflüger's Arch. Bd. 36, p. 12 bis 72, 1885.
	4,580 300	Weib.	
10. Reinecke.	5,209 600	Mann.	Diss. Halle, 1888. Ueber Blutkörperzählungen.
11. Vierordt.	5,174 000	—	bei Hayem.
12. Welcker.	4,600 000	Mann, 33 Jahre.	Zeitschrift f. rationelle Medicin, 1863, III. Reihe, Bd. 20.
13. Verfasser.	5,000 000	Mann, 23 Jahre.	—

organische Schwäche vorliege, wenn er weniger als 5 Millionen rothe Blutkörper im cmm enthielte. Diese Behauptung ist wohl etwas übertrieben; jedoch ist soviel sicher, dass bei jeder schwereren Erkrankung des Organismus die Zahl der rothen Blutkörper, abgesehen von den Veränderungen ihrer Gestalt, vermindert wird. Dasselbe gilt, glaube ich, für die Thiere. In einem Falle wenigstens konnte ich an einem sehr schwächlichen, acht Tage alten Meerschweinchen, das eine Länge von 11 cm, ein Gewicht von 42 grs hatte, eine Verminderung der rothen Blutkörper um eine Million constatiren.

Da sich aber die, in der Tabelle zusammengestellten Zahlen ausschliesslich auf den gesunden Menschen beziehen, so muss man wohl annehmen, dass die verschiedenen Arten der Untersuchungsmethode die abweichenden Resultate bedingen. Auffallend ist es jedenfalls, dass die älteren Autoren (MALASSEZ, WELCKER etc.) durchweg kleinere Zahlen angeben, als die vielen neueren, die doch nicht so erheblich unter einander differiren. Die Vervollkommnung der Methode und der Apparate in letzter Zeit mag wohl der Grund hierfür sein. Oder sollten auch die verschiedenen Stämme und Racen des Menschengeschlechts sich durch die Anzahl ihrer rothen Blutkörper unterscheiden? Nach den Zahlen, die HAYEM [1]) für einen Eskimo und zwei Neger angiebt, scheint

[1]) HAYEM, G., „Du sang et de ses altérations anatomiques". Paris 1889.

es beinahe der Fall zu sein, wenigstens für die Bewohner des äussersten Nordens und die der Aequatorialzone. Dieser Autor hat für ersteren, einen gesunden Mann von 28 Jahren, nur 4,168,000 Blutkörper pro cbmm. gefunden, bei den beiden Negern, gleichfalls gesund und kräftig, von 29 und 22 Jahren, 5,838,000 und 5,000,000. Mit dieser Zahlendifferenz steht vielleicht die von GRAM [1]) gemachte interessante Angabe im Zusammenhang, dass die Grösse der rothen Blutkörper bei den Völkern Europas von Norden nach Süden abnimmt. Nach ihm findet man in Norwegen durchschnittlich Blutkörperchen von der Grösse von 8,5 μ, in Italien solche von 7,0—7,5 μ. Was für Europa gilt, dürfte aber auch für die andern Erdtheile Geltung haben und somit müsste man bei den Bewohnern des äussersten Nordens die grössten und wenigsten, bei den unter dem Aequator lebenden Völkern die kleinsten und zahlreichsten rothen Blutkörper finden. In einem Fall, den ich daraufhin zu untersuchen Gelegenheit hatte (es war ein Herr aus Kioto in Japan), konnte ich weder eine Differenz in der Grösse noch in der Zahl constatiren, vielmehr zeigten seine Blutkörper dieselben Durchmesser, wie die der Europäer der mittleren Zone. Aber abgesehen von den Schwankungen, die durch Fehler bei der Untersuchung oder durch Racenverhältnisse bedingt sind, schwankt beim gesunden Menschen auch schon die Zahl der rothen Blutkörper innerhalb des Tages. REINECKE [2]) hat bei zahlreichen Untersuchungen an seinem eigenen Blut folgendes gefunden:

Morgens	5,279 000	rothe	pro	cbmm.
Mittags	5,138 000	„	„	„
Abends	5,212 000	„	„	„

Bei dem Blut der Thiere werden die Verhältnisse ähnlich liegen und so kommt dann vieles zusammen, um die Resultate ungenau zu machen.

Die Zahl der weissen Zellen des Bluts vollends schwankt noch viel mehr und ist sehr abhängig von den verschiedensten äusseren und inneren Zuständen des Körpers und seiner Umgebung. REINECKE giebt in derselben Schrift an, dass man bei demselben gleichmässig lebenden Individuum das Verhältniss der weissen zu den rothen Blutkörpern schwankend findet innerhalb des Tages zwischen 1 : 500 bis 1 : 1000. Die einmalige Bestimmung des Gehalts des Blutes an weissen Zellen ist desshalb auch nur von geringem Werth. Jedoch habe ich diesen Gehalt in den Tabellen mit berücksichtigt, da sich oft doch grosse Unterschiede finden. Nach diesen Vorbemerkungen gehe ich zur Zusammenstellung der Tabellen über.

---

[1]) GRAM, Ch., Fortschritte der Medicin, 1884, Bd. II, p. 33.

[2]) REINECKE: „Ueber Blutkörperchenzählungen". Dissertation. Halle 1888.

Thierart.	Zahl der rothen B. in Millionen.	Grösse der rothen B. in μ.	Zahl der weissen B.	Autorenname.
		I. Säugethiere.		
1. Cercopithecus ruber.	6,355	6,18—7,7	9 700	Hayem, Du sang et de ses altérations anatomiques. Paris 1889.
2. „ cephus.	4,226	6—8,3	14 700	
3. Cercocebus fuliginosus.	4,766	6,2—8,5	10 800	
4. Macacus cygnomolgus.	6,000	5,5—7,5	2 800	
5. Cynocephalus leucophaeus.	4,350	6,7—8,3	6 300	
6. Saïmiris sciureus.	5,975	5,5—7,6	28 900	
7. Jacchus vulgaris.	6,323	6—7,4	15 300	
8. Loris gracilis.	5,400	6—8,5	7 000	
9. Pteropus („roussette").	10,326	5,5—6,6	27 400	
10. Nasua rufa.	4,448 500	5,1—7,6	14 400	
11. Mustela erminea, 155 gr. 25 cm.	7,325	3,9—6,5	—	Verfasser.
12. Paradoxurus typus.	8,325	3,9—5,7	7 900	Hayem.
13. Viverra ichneumon.	7,308	4,2—5,6	7 350	
14. Canis fennicus.	10,453 900	4,7—6,3	7 950	cf. oben.
15. „ familiaris.	6,650	7—8	10 000	
„ „ 11 Thiere.	4,980	—	—	Stölzing } bei Welcker.
„ „ 2 „	4,420	—	—	Vierordt }
Wachtelhund, ♀ 50 cm.	7,100	5,8—8,4	11 220	Verfasser.
16. Felis domestica.	9,900	5—7	7 200	Hayem.
„ „ 42 cm.	8,225	4,5—7,1	9 805	Verfasser.
„ „ ♂ 46 cm.	8,000	„	15 150	
17. Macropus rufus, $2^1/_2$ Monat.	5,025	6,1—8,9	5 150	Hayem.
18. Bradypus didactylus.	2,972	8—10,3	12 800	
19. Mus musculus, schwarz, 15 gr. 7 cm.	8,700	5,2—8,1	4 140	Verfasser.
„ „ weiss, Mittel aus 4 Thieren.	8,900	4,5—7,15	7 320	
20. Kaninchen. (Mittel.)	6,410	6,6—7,45	6 200	Hayem.
„ Mittel aus 13 Thieren.	4,84	—	—	Cohnstein u. Zuntz.
„ „ „ 5 „	5,164	5,3—7,9	7 820	Verfasser.
21. Meerschweinchen.	5,859 500	6,6—7,9	5 600	Hayem.
„ Mutter.	4,240	—	—	Cohnstein u. Zuntz.
„	3,600	—	—	Malassez.
„ Mittel aus 2 Thieren.	5,114	6,6—9,24	7 240	Verfasser.
22. Sciurus cinereus.	7,490	5,7—7,25	2 000	Hayem.
23. Arctomys marmota.	4,430	—	—	Vierordt.
24. Myoxus glis. ♂ 25,8 gr.	8,410	6,2	—	Welcker. Zeitsch. f. ration. Medic. III. Reihe, Bd. XX, 1863.
25. Elephant.	2,020	9,4	—	Welcker.
26. Schwein.	5,440	6,0	—	Stölzing.
„	6,960	5,28—7,9	7 840	Verfasser.
27. Pferd.	7,4035	4,9—6,6	9 500	Hayem.
„	6,300	5,5	—	Malassez.
28. Esel.	5,400	—	—	„
29. Bos indicus.	8,7125	—	12 000	Hayem.
Kuh	4,200	6	—	Malassez.
Ochse.	5,070	6	—	Stölzing.
Kalb.	5,120	—	—	
Kalb.	6,710	—	6 890	Verfasser.
Ochse.	6,275	4,6—7,2	—	
30. Rennthier, Cervus tarandus.	6,700	4,5	—	Malassez.
31. Capra hircus.	19,000	3,2—5,4	30 000	Hayem.
„ „	18,000	3,5	—	Malassez.
Ziege, 8 Tage alt, 3 300 gr.	9,720	5,4	—	Welcker.
32. Schaf.	12,09	—	—	Cohnstein.
„	9,133	3,9—5,9	4 140	Verfasser.

Thierart.	Zahl der rothen B. in Millionen.	Grösse der rothen B. in μ.	Zahl der weissen B.	Autorenname.
33. Camelus bactrianus.	10,930	6,8—8,3 (4,2—4,6)	11 500	Hayem.
Dromedar.	10,000	10,5; 4,5	—	Malassez.
34. Auchenia guanaco.	13,186	6,3—8,9 (4,1—4,7)	8 000	Hayem.
„ „	10,400	9; 4,5	—	Malassez.
„ „	13,900	8;	—	Welcker.
II. Vögel.				
35. Fringilla coelebs, 22,1 grs.	3,660	12,4; 7,5	—	Welcker.
36. Corvus corone, 275 grs. 23 cm.	2,490	11,8; 7,2	—	Verfasser.
37. Faucon royal d'Afrique.	2,5475	12,3; 7,6	12 950	Hayem.
38. Taube ♂, 385 grs. 34 cm.	2,400	13,7; 6,8	—	Verfasser.
„ 280 grs.	2,010	14,7; 6,5	—	Welcker.
39. Poule de Houdan.	2,400	11,5; 7,2	26 300	Hayem.
Huhn.	3,100	13,5; 6,5	—	Malassez.
40. Meleagris gallopavo.	2,700	15; 6,5	—	„
41. Ardea cinerea.	2,478	13,6; 8,7	17 700	Hayem.
42. Platalea.	3,400	15; 7	—	Malassez.
43. Ciconia alba.	2,189	15; 8,2	31 000	Hayem.
44. Schwan.	2,300	12,8	—	Malassez.
45. Ente.	2,800	12,8; 6,6	—	
„ 55 cm.	3,021	11,3; 5,8	—	Verfasser.
46. Struthio camelus.	1,6205	14,3; 9,1	9 000	Hayem.
„ „	1,600	18; 9	—	Malassez.
III. Reptilien.				
47. Testudo graeca.	0,629	21,2; 12,4	13 200	Hayem.
48. Lacerta agilis.	1,292	15,7; 9,1	10 500	
„ „ Mittel aus 3 Thier.	1,420	15,9; 9,9	—	Welcker.
48a. „ muralis, 2,75 grs. 13 cm.	1,650	16,6; 9,2	1 750	Verfassser.
49. „ „ ♂ 7 grs.	0,960	15,4; 10,3	—	Welcker.
50. Coluber natrix.	0,829 4	22; 13,5	8 400	Hayem.
„ „	0,968	17,6; 11,1	—	
51. „ flavescens, Mittel aus 2 Thieren.	1,290	17,7; 11,3	—	Verfasser.
IV. Amphibien.				
52. Rana esculenta.	0,408 896	24,4; 16,3	5 300	Hayem.
53. „ temporaria.	0,393 2	21,7; 15	6 000	
„ „ Mittel aus 2 Thier.	0,404	21,8; 15,6	—	Welcker.
„ „ 23 grs. 7 cm.	0,467	23,2; 16,1	—	Verfasser.
54. Bufo vulgaris.	0,389	21,8; 15,9	2 000	Hayem.
55. Salamandra maculosa, 25,2 grs.	0,080	37,8; 23,8	—	Welcker.
„ „ 21 grs. 17 cm.	0,094 533	43,1; 25,5	—	Verfasser.
56. Triton marmoratus.	0,164 2	31; 21,5	8 700	Hayem.
57. „ cristatus 8,3 grs.	0,103	29,3; 19,5	—	Welcker.
„ „ 3,5 grs. 10,2 cm.	0,164 9	31,2; 21,5	—	Verfasser.
58. Proteus anguineus ♀ 13,4 grs.	0,036	58,2; 33,7	—	Welcker.
V. Fische.				
59. Sygnathus hippocampus.	0,700	15; 15	—	Malassez.
60. Barbus vulgaris, 27 cm. 183 grs.	1,283	14,6; 4,8	—	Verfasser.
61. Pleuronectes solea.	2,000	12; 9	—	Malassez.
62. Anguilla fluviatilis.	1,100	15; 12	—	
63. Petromyzon marinus, 1093,8grs.	0,133	15; 15	—	Welcker.
64. Raja.	0,230	25; 14	—	Malassez.
65. Torpedo.	0,140	27; 20	—	

Wir sehen in diesen Tabellen die verschiedensten Zahlenangaben regellos durch einander gemischt; nur das Eine erkennt man als fast regelmässiges Gesetz, dass, wie schon lange bekannt, die Grösse der rothen Blutkörper in umgekehrter Beziehung zu ihrer Zahl steht. Diese Regel lässt sich durch alle fünf Klassen der Wirbelthiere verfolgen. Die Säugethiere besitzen das körperreichste Blut. Das Maximum unter ihnen finden wir bei der Ziege (Nr. 31 der Tabelle), 18—19 Millionen, Durchmesser der Blutkörper 3,2—5,4 μ, das Minimum beim Elephanten (Nr. 25) 2 Millionen, Durchmesser der Blutkörper 9,4 μ. Bei den Vögeln sind die Blutkörper, abgesehen von allem Andern, schon erheblich grösser und ihre Zahl dementsprechend verringert. Am meisten hat noch der Buchfink (Nr. 35), nämlich 3,66 Millionen, Blutkörper 12,4 μ lang, 7,5 μ breit, die wenigsten der Strauss (Nr. 46) 1,6 Millionen, Blutkörper 14 μ lang, 9 μ breit. In dieser Weise nimmt die Zahl der rothen Blutkörper ab, je tiefer man in der Reihe der Wirbelthiere herabgeht. Die höchste Zahl bei den Reptilien ist 1,6 Millionen und diese wird nur erreicht von der Eidechse (Nr. 48), Blutkörper 16,6 μ lang, 9,2 μ breit, die niedrigste bei der Schildkröte (Nr. 47) 629000, Blutkörper 21,2 μ lang, 12,4 μ breit. Die Amphibien zeigen das an körperlichen Bestandtheilen ärmste Blut der ganzen Wirbelthierreihe; sie haben nur 467000 als Maximum aufzuweisen; dies ist der Frosch (Nr. 53), Blutkörper 23,2 lang, 16,1 μ breit. Das Minimum unter den Amphibien und mithin unter sämmtlichen Wirbelthieren befindet sich bei Proteus anguineus (Nr. 58], der im cubmm nur 36000 Blutkörper aufzuweisen hat, die gleichzeitig enorm gross sind, nämlich 58,2 μ lang und 33,7 μ breit. Bei den Fischen hebt sich die Zahl der körperlichen Elemente im Blut wieder etwas und dementsprechend nimmt ihre Grösse wieder um ein gut Theil ab. Die Zahl steigt wieder bis zu 2 Millionen bei Pleuronectes (Nr. 61), Blutkörper 12 μ lang, 9 μ breit. Die kleinste Ziffer unter den Fischen weist Petromyzon marinus auf (Nr. 63), nämlich 133000 Blutkörper 15 μ lang und breit. Doch dieses Gesetz von dem Verhältniss zwischen Zahl und Grösse der rothen Blutkörper hat nur im allgemeinen Gültigkeit; bei genauerem Zusehen findet man doch manche Abweichungen. So hat z. B. schon MALASSEZ [1]) bemerkt, dass das Lama von dieser Regel eine Ausnahme macht; denn es hat grössere Blutkörper als der Mensch und trotzdem beträgt die Zahl seiner Blutkörper 13 Millionen, eine Ziffer, welche die des Menschen um 8 Millionen übersteigt. Unregelmässigkeiten findet man fast überall, auch bei einem Vergleich zwischen Schaf und Ziege (Nr. 31 und 32). Beide besitzen ungefähr gleich grosse Blutkörper, die des Schafes sind nur um

[1]) MALASSEZ: „De la numération des globules rouges du sang etc.“ Comptes rendus. I 75 No. 23, p. 1528.

0,5—0,7 μ grösser; wenn man danach annehmen wollte, dass auch die Zahl der Blutkörper annähernd gleich sein müsste, so würde man sich einer argen Täuschung hingeben, denn die Ziege hat fast noch einmal so viel (18 Millionen) als das Schaf (9 Millionen). Auch die Dicke der Blutkörper ist ohne wesentliche Bedeutung. Nach WELCKER,[1]) der diesen Durchmesser genau gemessen hat, haben die rothen Blutkörper des Menschen eine Dicke von 1,9 μ, die des Lama 1,6 μ, ein Unterschied, welcher nach meiner Meinung kaum ausreichen dürfte, um so hochgradige Differenzen in der Zahl (Mensch 5 Millionen, Lama 13 Millionen) zu erklären. Es müssen da noch andere Verhältnisse mit im Spiel sein, die sich bis jetzt unserer Beobachtung entzogen haben.

Bei den Fischen findet sich, wie schon Malassez in seinem oben citirten Werke angiebt, ein durchgreifender Unterschied zwischen Knochen- und Knorpelfischen; erstere haben 700000 bis 2 Millionen, letztere 133000 bis 230000.

Dass die Fische sich von den übrigen Kaltblütern durch auffallende Kleinheit ihrer rothen Blutkörper auszeichnen, wie WELCKER[1]) behauptet, kann ich nicht zugeben; sie sind zwar bedeutend kleiner, wie die der Amphibien, weisen jedoch im allgemeinen dieselbe Grösse auf, wie die der Reptilien.

Was nun die für die weissen Blutzellen angeführten Zahlen betrifft, so sind dieselben so regellos, dass da von einer Gesetzmässigkeit keine Rede sein kann. Das Einzige, was sich aus den Tabellen entnehmen liesse, wäre, dass die Vögel im allgemeinen am meisten weisse Blutkörperchen aufzuweisen haben, in den häufigsten Fällen vielleicht noch einmal soviel als die Säugethiere.

Ich bin daher auch nicht in der Lage, mehr allgemein gültige Sätze aufzustellen wie MALASSEZ; nur den ersten könnte ich noch etwas erweitern:

1. Die Zahl der rothen Blutkörper ist bei den Säugethieren am grössten und nimmt immer mehr ab, je tiefer man in der Reihe der Wirbelthiere herabgeht. Das Minimum findet sich bei den Amphibien; bei den Knochenfischen hebt sich jedoch die Zahl wieder etwas, so dass dieselbe Höhe erreicht wird, wie vorher bei den Reptilien.

2. Die Zahl der rothen Blutkörper steht sehr oft im umgekehrten Verhältniss zu ihrem Volum.

Hiermit beschliesse ich den ersten Abschnitt des ersten Theiles meiner Arbeit und gehe nun zum zweiten über, der sich mit Zählungen der Blutkörper des Embryonalblutes beschäftigt. Die Litteratur ist im Gegensatz zu der des ersten Abschnitts eine sehr geringe. Soweit sie mir zugänglich war, habe ich nur zwei Arbeiten gefunden, welche

[1]) WELCKER: „Grösse, Zahl, Volum, Oberfläche und Farbe der Blutkörperchen etc.“ Zeitschrift für rationelle Medicin, III. Reihe, Bd. XX, 1863, S. 257.

diesen Gegenstand genauer behandeln. Von diesen bietet besonders viel des Interessanten die Abhandlung von COHNSTEIN und ZUNTZ. [1]) Diese Forscher haben eine grosse Zahl von genauen und einwandfreien Untersuchungen besonders an Kaninchenfoeten vorgenommen und die Zahlen der rothen Blutkörper für alle Entwickelungsstadien des Embryo festgestellt. Am Schlusse ihres ersten Theiles, der für mich allein in Betracht kommt, gelangen sie zu den folgenden unmittelbar aus den angeführten Tabellen sich ergebenden Schlüssen:

1. „Der Gehalt des Blutes an Blutkörpern ist in den frühen Stadien der Entwickelung sehr gering."

2. „Die Zunahme der rothen Blutkörper während des Foetallebens ist eine ganz allmähliche."

3. „Die Menge der rothen Blutkörper im Blute Ungeborener erreicht nicht die im mütterlichen Blute; vielmehr besteht zwischen beiden eine Differenz zu Gunsten der Mutter, die um so erheblicher ist, je jünger die Frucht ist. Selbst bei reifen, ungeborenen Foeten ist diese Differenz deutlich ausgesprochen."

Ausser dieser Arbeit fand ich nur noch eine, die diesen Gegenstand ausführlicher behandelt, es sind dies „Untersuchungen über das Blut des Foetus" von A. TIETZE. [2]) Auch dieser Autor kommt im allgemeinen zu denselben Schlüssen wie COHNSTEIN und ZUNTZ, erhebt jedoch Bedenken gegen die zweite der angeführten Behauptungen, die er als unbedingt richtig nicht gelten lassen will. Im übrigen beschäftigt sich die Arbeit mehr mit der Bestimmung der Blutmenge und des Haemoglobingehalts, als mit der Zählung der Blutkörper.

Meine diesen Punkt betreffenden Untersuchungen sind leider lückenhaft geblieben; Mangel an Zeit und geeignetem Material, das in der wünschenswerthen Grösse ja nicht immer so leicht zu beschaffen ist, tragen die Schuld daran. Auch lag es keineswegs in meiner Absicht, diese Verhältnisse so umfassend und genau zu erforschen wie COHNSTEIN und ZUNTZ dies gethan haben. Die Untersuchungen konnten vielmehr nur nebenbei vorgenommen werden, wenn die Gelegenheit dazu sich darbot. Am zahlreichsten standen mir noch die Embryonen der weissen Maus zu Gebote und an ihnen habe ich auch hauptsächlich meine Beobachtungen gemacht. Meine Untersuchungen sind folgende:

I. Einer hochschwangeren weissen Maus, 25 grs schwer, 6 cm lang, wird der Kopf abgeschnitten. Von dem hervorquellenden Blut werden zwei Proben entnommen, die 8,120 000 rothe Blutkörper im cubmm enthalten. Sofort nach dem Tode des Thieres wird

[1]) „Untersuchungen über das Blut, den Kreislauf und die Athmung beim Säugethier-Foetus". PFLÜGER's Archiv Bd. 34, S. 173, 1884.

[2]) Dissertation. Breslau 1887.

Embryo a aus dem Fruchtsack geschnitten; derselbe ist 2,5 cm lang[1]), 2,3 grs schwer und macht schon selbstständig Bewegungen; er wird sofort abgenabelt und getödtet; sein Blut enthält 3,110 000 Blutkörper im cubmm.

Embryo b. lebt ebenfalls noch. Die Blutproben werden erst nach 15 Minuten aus dem Herzen entnommen, wo sich noch genügend flüssiges Blut befindet. Es enthält 4,470 000 rothe Blutkörper. Die Grösse des Foetus betrug 2,4 cm, die Schwere 2,5 grs. Dies Resultat ist offenbar nicht einwurfsfrei. Vielleicht ist die Zunahme der körperlichen Bestandtheile durch die Concentration des Blutes bedingt.

II. Schwangere weisse Maus 7,5 cm lang, 23 grs schwer, wird, um eine übermässige Blutung zu vermeiden, mit Chloroform leicht betäubt. Die Blutproben werden nach Amputation des einen Hinterbeins aus dem centralen Stumpf entnommen, der dann umschnürt wird. Darauf erhält das Thier nochmals Chloroform; die Foeten werden aus dem Fruchtsack geschnitten, abgenabelt, die Blutproben entnommen und nun erst das Thier völlig getödtet. Das mütterliche Blut enthält 10,800 000 rothe, 7320 weisse Blutkörper im cubmm. Der Uterus enthält 5 Foeten, von denen aber nur zwei untersucht werden konnten.

Embryo a. 1,8 cm lang, 2,4 grs schwer, lebt noch. Die Blutproben werden aus dem abgetrennten Kopf entnommen. 3,900,000 rothe Blutkörper.

Embryo b. 1,9 cm lang, 2,4 grs schwer, schon todt. Blutproben aus dem abgetrennten Kopf. Resultat 4,130 000 rothe Blutkörper.

III. Schwangere weisse Maus, 8 cm lang, 32 grs schwer. Der Kopf wird vom Rumpf getrennt, die Blutproben entnommen, und sofort auch die Embryonen abgenabelt. Die Zählung ergiebt für das Mutterthier 8,410000 rothe Blutkörper.

Embryo a. 2,1 cm lang, 1,4 grs schwer. Blut aus dem abgetrennten Kopf; es enthält 2,940000 rothe Blutkörper.

Embryo b. 2,2 cm lang, 1,5 grs schwer. Blut aus der Vena umbilicalis; die Zählung ergiebt 3,660000 rothe Blutkörper.

Ausserdem hatte ich noch einmal Gelegenheit eine zwei Tage alte Maus zu untersuchen. Diese hatte eine Länge von 3 cm und wog 1,75 grs. Die Proben wurden aus dem abgetrennten Kopf und aus dem Herzen entnommen. Erstere ergiebt 4,500000, letztere 4,100000 rothe Blutkörper.

Stellen wir die so gewonnenen Resultate in etwas übersichtlicherer Form zusammen, so ergiebt sich:

---

[1]) Alle Maasse beziehen sich auf die Distanz zwischen Spitze der Schnauze und Schwanzwurzel.

		Gewicht in grs.	Länge in cm.	Zahl der rothen Blutkörper.	In Procent. Blutkörper der Mutter = 100
(III). 1.	Mutterthier . . .	32	8	8,410000	
	Embryo a. . . .	2,1	1,4	2,940000	34,0
	Embryo b. . . .	2,2	1,5	3,666000	43,0
(II). 2.	Mutterthier . . .	33	7,5	10,800000	
	Embryo a. . . .	2,4	1,8	3,900000	36,1
	Embryo b. . . .	2,4	1,9	4,130000	38,0
(I). 3.	Mutterthier . . .	25	6	8,120000	
	Embryo a. . . .	2,5	2,3	3,110000	38,0
	Embryo b. . . .	2,4	2,5	4,470000	55,0
4.	Junge Maus. 2 Tage alt	2,75	3	4,500000	

Diese Tabelle ist allerdings ziemlich klein; aber man sieht doch schon, dass eine allmähliche Vermehrung der Blutkörper stattfindet, je älter und grösser der Embryo wird. Nur zweierlei ist auffallend: die geringe Anzahl der Blutkörper des Embryo III a und der neugeborenen Maus. Bei ersterem dürfte vielleicht, wie schon vorher angedeutet, ein Fehler in der Untersuchung vorliegen, bei der jungen Maus hingegen glaube ich dies nicht. Diese geringe Zahl der körperlichen Elemente bei einem eben geborenen Thier ist um so auffallender, als sonst bei mehreren anderen Thieren[1]) und auch beim Menschen[2]) constatirt ist, dass das Neugeborene ebensoviele oder gar noch mehr Blutkörper in seinem Blute beherbergt, als die Mutter. Es wäre möglich, dass für die Maus besondere Verhältnisse vorliegen, denn auch die anderen Embryonen der Tabelle, die, nach der Grösse und dem Gewicht zu urtheilen, der Reife ziemlich nahe gestanden haben, weisen recht niedrige Zahlen auf. Doch kann man natürlich aus diesen wenigen Betrachtungen nichts mit Sicherheit schliessen.

Auch am Meerschweinchen konnte ich einige Versuche ausführen:

I. Einem schwangeren 26 cm langen Meerschweinchen wird sowohl aus dem Ohr, als auch aus der Art. femoralis Blut entnommen. Bei ersterem ergiebt die Zählung 5,275000, bei letzterem 5,300000 rothe Blutkörper. Am folgenden Tage wird das Thier enthauptet und die beiden noch lebenden, im Fruchtsack enthaltenen Foeten werden sofort abgenabelt.

Embryo a. 7,6 cm lang, 24 grs schwer. Blut aus der Vena umbilicalis; es enthält 4,276000 rothe Blutkörper.

Embryo b. 7,8 cm lang, 25 grs schwer. Das aus dem Herzen entnommene Blut enthält 4,301000 rothe Blutkörper.

II. Einem schwangeren 490 grs schweren, 23 cm langen Meerschweinchen werden mehrere Blutproben aus dem Ohr entnommen, die

[1]) COHNSTEIN und ZUNTZ, PFLÜGER's Archiv Bd. 34, p. 173.
[2]) HAYEM, „Du sang etc." Paris 1889.

im Durchschnitt 5,300000 rothe Blutkörper ergeben. Dann wird das Thier enthauptet uud die beiden Embryonen sofort abgenabelt.

Embryo a. 3,2 cm lang, 3,5 grs schwer, lebt noch. Blut aus dem Herzen, es enthält 1,900000 rothe Blutkörper.

Embryo b. 3,4 lang, 4 grs schwer, lebt noch. Blut aus dem abgetrennten Kopf. Resultat: 1,400000 rothe Blutkörper.

III. Junges Meerschweinchen, 1 Tag alt, männlich. Es ist 10 cm lang, 72 grs schwer. Das aus dem abgetrennten Kopf und dem Rumpf entnommene Blut enthält 5 Millionen und 4,800000 rothe Blutkörper. Die Resultate sind also in Verbindung mit zwei Angaben (No. 3a und 3b), die aus den Tabellen von COHNSTEIN und ZUNTZ stammen, folgende:

		Gewicht in grs.	Länge in cm.	Zahl der rothen Blutkörper.	Zahl der Blutkörper des Foetus auf eins der Mutter.
(II)	1. Mutterthier	490	23	5,300000	
	Embryo a.	3,5	3,2	1,900000	0,36
	Embryo b.	4	3,4	1,400000	0,26
(I)	2. Mutterthier	—	26	5,287500	
	Embryo a.	24	7,6	4,276000	0,81
	Embryo b.	25	7,8	4,301000	0,81
	3. Mutterthier	—	—	4,240000	
	Embryo a.	25,59	11	3,521760	0,83
	Embryo b.	34,181	11	3,428000	0,825
	4. Junges Meerschweinchen, 1 Tag alt. ♂	72	12	4,900000	—

Das Ergebniss ist im Ganzen dasselbe wie vorher: sehr niedrige Zahlen bei den jüngsten Embryonen und allmähliches Ansteigen der Ziffer mit dem Wachsthum des Foetus. In dieser Tabelle hat auch das Neugeborene annähernd dieselbe Anzahl von Blutkörpern, wie das erwachsene Thier. Die von Cohnstein und Zuntz angegebenen Zahlenwerthe (No. 3) scheinen auf den ersten Blick im Vergleich zu den von mir gefundenen viel zu klein zu sein. Jedoch ist dabei zu bedenken, dass schon das Mutterthier recht klein und schwächlich gewesen sein muss, da es fast eine Million weniger Blutkörper aufweist, als man sonst gewöhnlich bei dieser Thierart findet. Dass dieser Zustand auch auf die Zusammensetzung des foetalen Blutes einen Einfluss ausüben muss, ist ohne weiteres klar.

Ausser diesen an lebendem Material vorgenommenen Zählungen, verfüge ich auch über einige an schon todten Embryonen gemachten. Man wird beim Menschen kaum jemals in der Lage sein, einen noch lebenden Foetus untersuchen zu können; höchstens bei Frühgeburten, die noch einige Zeit leben bleiben, könnte dies der Fall sein. Aber diese Früchte sind doch mindestens sieben Monat alt und lassen uns also über die Zahlenverhältnisse der rothen Blutkörper, wie sie bei

den jüngeren Embryonen bestehen, völlig im Dunkel. Man muss sich in solchen Fällen eben mit todtem Material begnügen, das für die Untersuchung, da das embryonale Blut ja bis zu einem gewissen Zeitpunkt nicht gerinnt, auch meist noch recht wohl brauchbar ist. Die drei Embryonen, die ich untersucht habe, kamen gewöhnlich 8—12 Stunden nach der Ausstossung in meine Hände. In allen drei Fällen war das Blut noch ungeronnen und im Herzen und in den Nabelvenen in genügender Menge und durchaus nicht verunreinigtem Zustande vorhanden. Nur darf man dabei nicht vergessen, dass die Zählungen keine völlig genauen Resultate ergeben können, da das Blut in der Mehrzahl der Fälle etwas concentrirter und in Folge dessen blutkörperreicher sein wird, als im lebenden Zustand des Embryo. Doch bekommt man auf solche Weise wenigstens einen ungefähren Einblick in die Zahlenverhältnisse der rothen Blutkörper, wie sie bei den jüngeren Embryonen bestehen.

Folgendes sind die Ergebnisse meiner Zählungen, zu denen ich noch zwei bei HAYEM [1]) angeführte, von CADET [2]) vorgenommene hinzugefügt habe. Von den Maassangaben beziehen sich die kleineren auf die Distanz zwischen Hinterhaupt und Steissbein, die grösseren auf die ganze Länge. Letztere wurde gefunden, indem zu dem ersteren Zahlenwerth der durch möglichste Geradstreckung der Beine des Embryo gefundene Werth hinzuaddirt wurde.

		Gewicht in grs.	Länge in cm.	Zahl der rothen Blutkörper.	Zahl der weissen Zellen.
	1. Menschl. Embryo $4^1/_2$ Monat alt. ♂	237	14,0 22,5	3,440 000	29880
	2. Menschl. Embryo 5 Monat alt. ♀ .	340	14,8 26,3	3,600 000	17030
	3. Menschl. Embryo $5^3/_4$ Monat alt. ♀	480	17,0 29,2	4,483 000	25270
Cadet.	4. Foetus von 7 Monaten, lebend . . .	1950	—	4,744 000	6200
Cadet.	5. Foetus von 7 Monaten	—	—	4,262 000	9000

Soweit man sich nach diesen etwas dürftigen Angaben ein Urtheil bilden darf, scheint auch beim menschlichen Embryo die Vermehrung der rothen Blutkörper allmählich vor sich zu gehen. Dabei wird aber die normale Zahl des Erwachsenen, 5 Millionen, annähernd wenigstens schon viel früher erreicht, als bei den Thieren, nämlich bereits im sechsten bis siebenten Monat. Auffallend war bei den von mir unter-

[1]) HAYEM: „Du sang etc.“ Paris 1889.

[2]) CADET: „Etude physiologique des éléments figurés du sang etc.“ Thèse de Paris 1881.

suchten Foeten der sehr reiche Gehalt des Blutes an weissen Zellen; nehmen wir die Normalzahl für die Erwachsenen zu 7000 an, so fand ich bei diesen Embryonen zwei- bis viermal so viel. CADET giebt die gewöhnliche Ziffer. Es liegt also nahe, daran zu denken, dass bei dem von mir verwandten Material nicht der wirkliche Sachverhalt vorliegt, sondern, dass diese Erhöhung der Ziffer vielleicht durch die vorhin schon erwähnte Concentration des Blutes veranlasst ist.

Ich kann also die von COHNSTEIN und ZUNTZ aufgestellten Sätze nach meinen wenigen Untersuchungen nur bestätigen; den dritten auf seine Allgemeingültigkeit zu prüfen, hatte ich keine Gelegenheit.

1. „Der Gehalt des Blutes an Blutkörpern ist in den frühen Stadien der Entwickelung sehr gering."

2. „Die Zunahme der rothen Blutkörper während des Foetallebens ist eine ganz allmähliche."

Von den verschiedenen Arten des Embryonalblutes stellte ich bei meinen Untersuchungen auch immer Deckglastrockenpräparate dar, um genaue Messungen an den Blutkörpern vorzunehmen. Die hieraus gewonnenen Resultate werde ich in dem letzten Theil meiner Arbeit verwerthen. Hier möchte ich nur noch bemerken, dass es mir mit völliger Sicherheit nur einmal gelungen ist, kernhaltige rothe Blutkörper nachzuweisen und zwar war dies der Fall bei dem menschlichen Embryo von $4^1/_2$ Monaten (No. 1 der letzten Tabelle). Um die Kerne deutlich sichtbar zu machen, schlug ich folgendes Verfahren ein:

Ich fixirte die Deckglastrockenpräparate in einer gesättigten wässrigen Sublimatlösung ca. 10 Minuten, spülte dann sorgfältig in Wasser ab und legte sie für 24 Stunden in eine Lösung von Pikrokarmin (6—10 Tropfen der gesättigten Lösung auf ein Uhrschälchen voll Wasser). Danach Abspülen in Wasser. Entwässern in absolutem Alkohol, Xylol, Balsam. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigten sich in jedem Gesichtsfeld etwa 4—5 rothe Blutkörper mit intensiv rothgefärbtem runden Kern, während die anderen Blutkörper die normale blasse Farbe behalten hatten und die normale biconcave Gestalt zeigten. Die kernhaltigen Körper gehörten der grössten Kategorie der Blutkörper an und massen 9,3 μ, der Kern 4,62 μ. Nach einer ungefähren Berechnung kamen auf jedes kernhaltige ungefähr 170—180 kernlose Blutkörper. Bei allen anderen Embryonen konnte ich diese kernhaltigen Blutkörper nicht nachweisen, doch habe ich auch bei ihnen, mit Ausnahme der menschlichen Embryonen, noch nicht die oben angegebene Färbung vorgenommen. Nach HAYEM (s. o. die schon mehrfach citirte Arbeit) soll man diese kernhaltigen rothen Blutkörper noch bei menschlichen Embryonen von 6—$6^1/_2$ Monaten finden und bei Hunden, Kaninchen, Meerschweinchen noch in den ersten Tagen nach der Geburt. Erstere Angabe kann ich nicht bestätigen; letztere habe ich nicht nachgeprüft.

II. Messungen der rothen Blutkörperchen.

Mit den Zählungen der rothen Blutkörper verband ich, wie das ja fast alle Autoren gethan haben, auch Messungen derselben, um das bestehende Verhältniss zwischen Grösse und Zahl zu constatiren. Ich verfuhr dabei zunächst so, dass ich von dem betreffenden Blut, welches immer ganz frisch war, einen kleinen Tropfen an den Rand eines auf dem Objectträger liegenden Deckglases fallen liess. Das Blut drang von selbst in ganz dünner Schicht zwischen die Glasplatten ein und bot in den ersten Minuten eine vorzügliche Gelegenheit, die Blutkörper in ihrer ganz intacten Gestalt und Grösse kennen zu lernen und zu messen. Diese Messungen wurden ausgeführt mit einem Ocularmikrometer von ZEISS, das in Ocular Nr. 2 von BENÈCHE eingefügt wurde; als Linse benutzte ich immer System 5 von BENÈCHE. Ein Theilstrich des Okulars betrug nach mehrfach ausgeführter Rechnung 4,3 μ. Ich maass nun zunächst nur immer eine geringe Anzahl von Blutkörpern (durchschnittlich 20) ohne irgend welche Auswahl. Auf bekannte Weise wurde dann die durchschnittliche Grösse berechnet. Dabei bemerkte ich dann, oft zu meinem Aerger, dass dieser mittlere Durchmesser bei ein und demselben Individuum, oder auch bei verschiedenen Individuen derselben Art durchaus nicht immer der gleiche war. Zuerst zieh ich mich selbst des Irrthums und schob die Schuld auf meine nicht genügende Uebung. Die Versuche wurden wiederholt, jedoch mit keinem besseren Erfolg. Der mittlere Durchmesser schwankte stets erheblich, z. B. bei mehreren Kaninchen von 5,09 μ bis 6,02 μ. Bei näherer Betrachtung meiner Zahlentabellen musste ich mir denn auch selbst sagen, dass dies ganz natürlich sei. Denn da die Anzahl der gemessenen Körper immer nur eine geringe war, so machte es sich natürlich sehr bemerkbar, ob ausser den Repräsentanten der mittleren Grösse einige der kleineren oder grösseren (und diese sind thatsächlich vorhanden!) mit gemessen worden waren oder nicht. Daher die so widersprechenden Resultate. Diese zeigen sich übrigens auch deutlich in der grossen Tabelle des ersten Theiles meiner Arbeit. Da findet man z. B. unter Nr. 31, Ziege, von HAYEM als äusserste Grenzen der Grösse angegeben: 3,2—5,4 μ, von MALASSEZ als mittleren Durchmesser 3,4 μ, von WELCKER 5,4 μ. Oder Nr. 38, Taube: WELCKER 14,7, Verfasser 13,7 μ. Oder Nr. 39, Huhn: HAYEM 11,5 lang, 7,2 breit. MALASSEZ 13,5 lang, 6,5 breit. Wegen dieser doch recht beträchtlichen Schwankungen hat es HAYEM zuerst vorgeschlagen und in seinen Tabellen auch durchgeführt, nicht den mittleren Durchmesser anzugeben, sondern die Maxima und Minima.

Es traf sich glücklich, dass gerade zu dieser Zeit mir WELCKERS [1])

[1]) WELCKER: „Grösse, Zahl, Volum, Oberfläche und Farbe der Blutkörperchen etc.“ Zeitschrift f. rationelle Medicin, III. Reihe, Bd. 20, 1863.

grosse, grundlegende Arbeit zu Gesicht kam, die ja diese Durchmesserverhältnisse eingehend behandelt. Zugleich erfuhr ich aus mehreren Schriften für forensische Medicin, wie gross die Schwierigkeit wäre, Menschen- und Thierblut mit Sicherheit von einander zu unterscheiden. Dieses Alles in Verbindung mit der von Herrn Prof. Schwalbe mir gegenüber ausgesprochenen Vermuthung, dass einerseits wahrscheinlich die Maxima und Minima der Durchmesser der rothen Blutkörper bei demselben Thier stets dieselben wären, andererseits immer ein annähernd gleicher Procentsatz von den Körperchen einer Grösse vorhanden sein werde, veranlasste mich, die Sache näher zu untersuchen. War dies wirklich der Fall und ergaben sich für die Blutarten der verschiedenen Thiere Unterschiede, so war es bei Anwendung dieser Verhältnisse vielleicht möglich, eine Methode zu finden, die es erlaubte, Blut von Menschen und Säugethieren mit Sicherheit, im unverdorbenen Zustande wenigstens, zu unterscheiden. Ob dies möglich ist, darüber streitet man sich schon recht lange und, der Wichtigkeit des Gegenstandes entsprechend, hat sich eine ansehnliche Menge einschlägiger Litteratur angesammelt. Die Zahl der Methoden, die mit Sicherheit die Diagnose gestatten sollten, ob menschliches, ob thierisches Blut vorläge, ist Legion, aber leider genügt keine den Ansprüchen.

Von allen Methoden, die zur Entscheidung dieser Frage angegeben worden sind, hat die, welche auf mikroskopischem Wege, durch Messung der körperlichen Elemente, zum Ziele zu kommen sucht, immer noch die meiste Aussicht auf Erfolg gehabt. Aus diesem Grunde werde ich hier auch nur diese allein berücksichtigen und die Methoden, welche auf chemischem Wege oder mit Zuhülfenahme des Geruchsinns etc. eine Lösung dieser Frage anstrebten, bei Seite lassen. In ausgiebiger Weise findet man diese bei RITTER [1]) und H. SCHMID [2]) zusammengestellt.

Der erste, der die Methode, durch mikroskopische Messung der Blutkörper die Blutarten der verschiedenen Säugethiere zu unterscheiden, genauer und ausführlicher ausgearbeitet hat, ist C. SCHMIDT in seinem Werk: „Die Diagnostik verdächtiger Flecke in Criminalfällen." Leipzig. 1848. Er hat zuerst zahlreiche Messungen an möglichst dünn auf Deckgläschen aufgestrichenem Blut gemacht, ein Verfahren, bei dem durch das momentan erfolgende Austrocknen und die, nur an der Oberfläche eintretende Verdunstung, die Gestalt und Grösse der Blutkörper nicht verändert wird. „Man gelangt so zu der Ueberzeugung," sagt SCHMIDT, „dass die bei weitem überwiegende Mehrzahl (95—98%) der Blutscheibchen ein und desselben Thieres, wie es schon der Augenschein

---

[1]) RITTER: „Zur Geschichte der gerichtsärztlichen Ausmittelung von Blutflecken", HENKE's Zeitschrift f. Staatsarzneikunde. 1860, 3. Vierteljahrsheft.

[2]) H. SCHMID: „Ueber die Möglichkeit der Unterscheidung menschlichen und thierischen Blutes etc." Diss. Erlangen 1878.

bei circa 500 maliger Linearvergrösserung zeigt, nahe dieselbe Grösse besitzt und die beobachteten Schwankungen grösstentheils in der erörterten Fehlerquelle (Untersuchung flüssigen oder defibrinirten Blutes) der Messung, nicht aber in wirklich bestehenden Differenzen zu suchen sind, ein Resultat, welches vom physiologischen Standpunkt schon a priori wahrscheinlich erschien." Er giebt im Weiteren Tabellen, in denen die mittleren Durchmesser der Blutkörper verschiedener Thiere und die grössten und kleinsten vorkommenden Durchmesser aufgeführt sind. Diese liegen, nach C. SCHMIDT, nur um $^1/_2$—1 μ von einander entfernt. Wenn man diese Tabellen betrachtet, so kommt man allerdings zu der Meinung, dass eine sichere Unterscheidung der verschiedenen Blutarten möglich sein müsse, denn der Mensch hat die grössten Blutkörper mit dem mittleren Durchmesser von 7,7 μ (Min. 7,4, Max. 8,0), der Hund die nächst grössten, mittlerer Durchmesser 7,0 (Min. 6,6, Max. 7,4 μ) u. s. w. Die grössten Blutkörper des Hundes würden also nur die Grösse der kleinsten beim Menschen erreichen, eine Unterscheidung müsste demnach möglich sein.

Noch weiter geht MALININ in seiner Arbeit „Ueber die Erkennung des menschlichen und thierischen Blutes in trockenen Flecken in gerichtlich-medicinischer Beziehung." Virchows Archiv Bd. 65. Dieser Autor behauptet sogar, dass die Schwankungen der Grösse der Blutkörper bei ein und derselben Thierart nur $^3/_{10}$—$^6/_{10}$ μ betrage. Er giebt genau dieselben mittleren Durchmesser wie SCHMIDT und fügt nur noch den für die Ziege hinzu.

Auch RICHARDSON spricht in seiner Abhandlung „On the value of high powers in diagnosis of blood stains." Amer. Journ. of med. Sience. July p. 102 fast dieselbe Ansicht aus, indem er meint, dass die kleinsten Blutkörper vom Menschen an Grösse noch immer die grössten der übrigen Säugethiere überträfen. Er empfiehlt jedoch zur Untersuchung möglichst starke Vergrösserungen.

Hans SCHMID bespricht in seiner Dissertation „Ueber die Möglichkeit der Unterscheidung menschlichen und thierischen Blutes in trockenen Flecken in gerichtlich-medicinischer Beziehung", Erlangen 1878, noch einmal alle bis dahin angegebenen Methoden und wendet sich dann hauptsächlich gegen das von MALININ empfohlene Verfahren, das trockene Blut für 5—20 Minuten mit 30 %ger Kalilösung zu behandeln. Er giebt die Tabellen von SCHMIDT, GULLIVER, MALININ wieder und fügt seine eigenen durch Messungen gefundenen Resultate hinzu. Er hat sehr wohl erkannt, dass die von den verschiedenen Autoren angegebenen mittleren Durchmesser für dieselbe Thierart verschieden sind. Sagt er doch wörtlich: „Alle bisherigen Messungen über die Grösse von Blutkörpern sind in ihren Resultaten abweichend von einander." Und weiterhin: „Die Schwankungen nach beiden Seiten hin sind beträchtliche unter 100 Messungen." Er stellt sogar eine Tabelle

der von den verschiedenen Autoren für die Blutkörper des Menschen gefundenen mittleren Durchmesser zusammen, die in der Grösse von 7,1 μ bis 7,7 μ schwanken. Trotzdem aber giebt er doch zur Entscheidung der Frage, ob menschliches oder thierisches Blut vorliege, eine Methode an, die gerade darauf basirt, dass der mittlere Durchmesser der Blutkörper bei demselben Thier stets der gleiche ist, nämlich die, nur in einem hier nicht ins Gewicht fallenden Punkte modificirte MALININ'sche.

Gegen die von C. SCHMIDT im Jahre 1848 publicirte Methode wendet sich FRIEDBERG in seinem Werk: „Histologie des Blutes mit besonderer Rücksicht auf die forensische Diagnostik", Berlin 1857. Er hat sich bei den Messungen der Blutkörper gleichfalls der von SCHMIDT angegebenen Methode der Deckglastrockenpräparate bedient, ist aber doch zu wesentlich andern Resultaten gekommen, wie dieser Autor. Am beständigsten hat er die Grösse der rothen Blutkörper im menschlichen Blut gefunden, obgleich auch hier die Schwankungen vom mittleren Durchmesser zum Maximum und Minimum recht bedeutende sind, denn er bezeichnet 5,8 μ als Minimum, 7,0 μ als Maximum. Dann fährt er fort: „Noch grösser aber sind die Schwankungen in der Grösse der gefärbten Blutzellen bei den übrigen Säugethieren:

Ochse	4,8 — 7 μ.
Schaf	4,8 — 6 μ.
Schwein	4,5 — 6,6 μ.
Hund	5,4 — 8 μ.

Man ersieht schon hieraus, wie schwierig es sein müsse, nach der Grösse der Zellen zu entscheiden, von welcher Species der Säugethiere das Blut herrühre. Misst man eine grosse Anzahl der Zellen, um die durchschnittliche Grösse zu finden, so werden sich zwar Differenzen der letzteren bei den verschiedenen Arten der Säugethiere herausstellen, allein auch diese Differenzen differiren bei Wiederholung der Messung und können höchstens eine grössere oder geringere Wahrscheinlichkeit, selten aber eine Gewissheit der Diagnose gewähren."

Dies sind die Arbeiten, die für meine Absicht, überhaupt erst einmal zu zeigen, dass das unverdorbene Blut der verschiedenen Thierarten in der Grösse der Blutkörper solche Differenzen bietet, dass man daraus seine Abstammung erkennen kann, hauptsächlich in Betracht kommen. Ob und wie das möglich ist, werde ich nachher darlegen; zunächst möchte ich einige Fragen erledigen, die das später zu beschreibende Verfahren wünschenswerth oder sogar nothwendig machen.

I. Sind die Schwankungen in der Grösse der Blutkörper wirklich so gering, wie SCHMIDT und MALININ sie angeben, oder sind sie grösser, und im letzteren Falle, wie gross sind sie?

II. Ist der bis jetzt ausschliesslich zur Diagnose benutzte mittlere Durchmesser der Blutkörper bei derselben Thierart immer derselbe oder variirt er und ist er somit zur Entscheidung der Frage, ob Menschen- oder Thierblut vorliegt, völlig unbrauchbar?

Bevor ich jedoch zur Beantwortung dieser Fragen schreite, muss ich nothwendig Folgendes bemerken: In der letzten Zeit, wo es mir nur daran lag, ganz genaue Messungen der Durchmesser der rothen Blutkörper vorzunehmen, bediente ich mich möglichst starker Vergrösserungen. Es wurde von mir stets dasselbe Stativ von SEIBERT benutzt mit einer homogenen Oelimmersion $^1/_{12}$. Das Ocular enthielt in seinem Innern ein, gleichfalls von SEIBERT gearbeitetes, sehr feines Ocularmikrometer, das durch eine seitliche Schraube in geringen Abständen nach beiden Seiten verschoben werden konnte. Die Vergrösserung betrug 1090 linear. Ein Theilstrich des Ocularmikrometers war, nach mehrmals ausgeführten Prüfungen an einem Objectivmikrometer von ZEISS, gleich 1,32 μ, Alle Messungen wurden an Trockenpräparaten vorgenommen, die so hergestellt wurden, dass ich einen kleinen Tropfen des betreffenden Blutes auf ein Deckgläschen brachte, ein anderes darüber legte und nun beide bei einem mässigen Druck von einander abzog, ganz so, wie man in neuerer Zeit so zahlreich die Deckglastrockenpräparate zur Untersuchung auf Tuberkelbacillen macht. Ich befolgte damit die schon von SCHMIDT und WELCKER angegebene Methode der Untersuchung, die auch mir sehr gute Resultate lieferte. Die Blutkörper waren in einer ganz dünnen Schicht ausgebreitet und hatten ihre Form und Grösse vollständig bewahrt. Zur Kontrolle führte ich jedoch auch manchmal Messungen an noch ganz frischen Blutkörpern aus, die mir stets dieselben Resultate lieferten, wie die an Trockenpräparaten vorgenommenen. Die Deckgläschen wurden sodann mittels an den Rändern aufgetragenen dickflüssigen Damarlacks auf einem Objectträger befestigt und dann untersucht. Ein nicht zu gering anzuschlagender Vortheil bei dieser Methode ist der, dass die Blutkörper natürlich völlig unbeweglich sind und die Messungen bei dieser starken Vergrösserung in Folge dessen nicht nur nicht mit grösserer Genauigkeit, sondern auch viel schneller und bequemer auszuführen sind.

Wenden wir uns nun zur Beantwortung der ersten Frage:

I. Sind die Schwankungen in der Grösse der rothen Blutkörper wirklich so gering, wie SCHMIDT und MALININ angeben, oder sind sie grösser, und im letzteren Falle, wie gross sind sie?

C. SCHMIDT giebt in seinem Werk folgende Tabelle:

	Mensch	Hund	Kaninchen	Ratte	Schwein	Maus	Ochse	Katze	Pferd	Schaf
Mittel.	0,0077	0,0070	0,0064	0,0064	0,0062	0,0061	0,0058	0,0056	0,0057	0,0045
Min.	74	66	60	60	60	58	54	53	53	40
Max.	80	74	70	68	65	65	62	60	60	48
Diff.	$\frac{6}{10}\ \mu$	$\frac{8}{10}\ \mu$	1 μ	$\frac{8}{10}\ \mu$	$\frac{5}{10}\ \mu$	$\frac{7}{10}\ \mu$	$\frac{8}{10}\ \mu$	$\frac{7}{10}\ \mu$	$\frac{7}{10}\ \mu$	$\frac{8}{10}\ \mu$

Malinin giebt ganz dieselben mittleren Durchmesser an, lässt jedoch den für das Kaninchen fort und fügt den für die Ziege 0,0040 mm hinzu. Sodann behauptet er, dass der Abstand zwischen Maximum und Minimum bei allen Thieren höchstens 0,0003—0,0006 betrage. Man sieht, dieser Autor geht noch weiter wie Schmidt, der doch wenigstens Schwankungen bis 0,0008, in einem Falle (Kaninchen) sogar bis 1 μ zugiebt. Beide behaupten, dass die beobachteten Schwankungen anderer Autoren von 2—3 μ nicht in wirklich bestehenden Differenzen, sondern in ungenauen Messungen oder Untersuchung nicht geeigneter Präparate zu suchen wären. Nun haben aber mehrere Autoren nach genau derselben Methode untersucht wie Schmidt und haben doch bedeutend grössere Schwankungen gefunden. Ungenaues Messen wird man ihnen wohl auch nicht vorwerfen können, da ihre Angaben darin eine grosse Uebereinstimmung zeigen, dass die Schwankungen viel grösser sind als die von Schmidt und Malinin.

Tabelle der Differenzen.

Name des Autors	Mensch	Hund	Kaninchen	Ratte	Schwein	Maus	Ochse	Katze	Pferd	Schaf	Ziege	Meerschweinchen
C. Schmidt	0,6	0,8	1,0	0,8	0,5	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	—	—
Gulliver	—	3,2	4,4	3,7	2,3	3,7	2,3	1,0	2,4	3,2	—	—
H. Schmid	1,6	0,8	—	0,8	1,6	—	2,5	—	—	1,6	—	—
Friedberg	1,2	2,6	—	—	2,1	—	2,2	—	—	1,2	—	—
Hayem	2,8	1,0	0,77	—	1,22	—	—	2,0	1,65	—	2,15	1,3

Der besseren Uebersicht wegen habe ich alle Resultate, deren ich habhaft werden konnte, in der folgenden Tabelle zusammengestellt, der ich noch vorstehende Tabelle für die Differenzen, das heisst also für die Abstände zwischen Maximum und Minimum hinzugefügt habe. Betrachtet man diese Zusammenstellung nun etwas genauer, so bemerkt man sofort, dass die Angaben der verschiedenen Autoren untereinander beträchtlich differiren. Da findet man Differenzen wie folgende: 0,8, 2,6, 3,2 μ für die Blutkörper des Hundes, 1,0, 4,4 μ für die des Kaninchens etc. Das, was aber zunächst ins Auge fällt und worauf es hier besonders ankommt, ist der Umstand, dass sämmtliche Autoren grössere Differenzen angeben als Schmidt und Malinin. Nur H. Schmid stimmt in seinen Differenzen in Bezug auf Hund und Ratte mit C. Schmidt überein, sonst aber bewegen sich seine Maxima und Minima in erheblich weiteren Grenzen.

	Mensch	Hund	Kaninchen	Ratte	Schwein	Maus	Ochse	Katze	Pferd	Schaf	Ziege	Meerschweinch.	Name des Autors
Mittl. Durchm.	7,7	7,0	6,4	6,4	6,2	6,1	5,8	5,6	5,7	4,5	—	—	C. Schmidt.
Min.	7,4	6,6	6,0	6,0	6,0	5,8	5,4	5,3	5,3	4,0	—	—	
Max.	8,0	7,4	7,0	6,8	6,5	6,5	6,2	6,0	6,0	4,8	—	—	
Differenz	$\frac{6}{10}\mu$	$\frac{8}{10}\mu$	1,0 μ	$\frac{8}{10}\mu$	$\frac{5}{10}\mu$	$\frac{7}{10}\mu$	$\frac{8}{10}\mu$	$\frac{7}{10}\mu$	$\frac{7}{10}\mu$	$\frac{8}{10}\mu$	—	—	
Mittl. Durchm.	7,4	7,2	7,0	6,8	6,0	6,7	6,0	5,8	5,4	5,5	—	—	Gulliver.
Min.	—	5,6	5,1	4,8	4,8	4,8	4,8	5,4	4,8	8,2	—	—	
Max.	—	8,8	9,5	8,5	7,1	8,5	7,1	6,4	7,2	6,4	—	—	
Differenz	—	3,2 μ	4,4 μ	3,7 μ	2,3 μ	3,7 μ	2,3 μ	1,0 μ	2,4 μ	3,2 μ	—	—	
Mittl. Durchm.	7,4	6,4	—	6,1	6,2	—	5,4	—	—	4,2	—	—	H. Schmid.
Min.	6,6	5,8	—	5,8	5,8	—	4,1	—	—	3,3	—	—	
Max.	8,2	6,6	—	6,6	7,4	—	6,6	—	—	4,9	—	—	
Differenz	1,6 μ	$\frac{8}{10}\mu$	—	$\frac{8}{10}\mu$	1,6 μ	—	2,5 μ	—	—	1,6 μ	—	—	
Min.	5,8	5,4	—	—	4,5	—	4,8	—	—	4,8	—	—	Friedberg.
Max.	7,0	8,0	—	—	6,6	—	7,0	—	—	6,0	—	—	
Differenz	1,2 μ	2,6 μ	—	—	2,1 μ	—	2,2 μ	—	—	1,2 μ	—	—	
Min.	6,0	7,0	6,68	—	6,68	—	—	5,0	4,95	—	3,25	6,6	Hayem.
Max.	8,8	8,0	7,45	—	7,9	—	—	7,0	6,6	—	5,4	7,9	
Differenz	2,8	1 μ	$\frac{7,7}{10}\mu$	—	1,22 μ	—	—	2,0 μ	1,65 μ	—	2,15 μ	1,3 μ	

Zu einem später noch näher zu erörternden Zweck habe ich nach der oben angegebenen Methode recht zahlreiche Messungen der rothen Blutkörper verschiedener Thiere vorgenommen. Jede Untersuchung umfasste 100 Einzelmessungen; von solchen Untersuchungen habe ich ausgeführt am Blut vom Menschen 6 (= 600 Einzelmessungen), vom Meerschweinchen 5, vom Kaninchen ebenfalls 5, von den übrigen Thieren je 3, mit Ausnahme von Schaf, Schwein, Hermelin, von denen ich nur je eine Untersuchung (= 100 Einzelmessungen) vorzunehmen in der Lage war. Meine Resultate sind folgende:

	Mensch	Meerschweinchen	Hund	Kaninchen	Schwein	Ochse	Kalb	Pferd	Maus	Katze	Hermelin	Schaf
Min.	6,6	6,6	5,94	5,28	5,28	4,62	4,62	4,62	4,62	4,62	3,96	3,96
Max.	9,24	9,24	8,58	7,92	7,92	7,26	7,26	7,26	7,26	6,6	6,6	5,94
Differenz	2,64 μ	2,64 μ	2,64 μ	2,64 μ	2,64 μ	2,64 μ	2,64 μ	2,64 μ	2,64 μ	1,98 μ	2,64 μ	1,98 μ

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass meine Differenzen das mit denen von GULLIVER, FRIEDBERG, H. SCHMID und HAYEM gemein haben, dass auch sie grösser sind als die von C. SCHMIDT und MALININ angegebenen. Worin sie sich aber wesentlich von allen andern unterscheiden, ist, dass die Differenzen mit zwei Ausnahmen, Katze und Schaf, bei denen sich die Abweichungen durch Vermehrung der Mes-

sungen wahrscheinlich würden richtig stellen lassen, sämmtlich gleich gross sind, nämlich 2,64 μ, das heisst also, dass bei den meisten erwachsenen Thieren das grösste Blutkörperchen immer um 2,64 μ grösser ist, als das kleinste. Zu meiner Freude habe ich in der Litteratur, wenigstens für die Blutkörper des Menschen, eine mit meinen Angaben übereinstimmende Stelle gefunden. Ch. GRAM[1]) nämlich hat nach seinen zahlreichen Messungen für den gesunden, erwachsenen Menschen folgende Maasse gefunden: 6,7 μ für die kleinsten und 9,3 μ für die grössten Blutkörper. Die Differenz beträgt auch hier 2,6 μ, ein Resultat, was mit dem meinen (6,6—9,24 μ, Differenz 2,64 μ), wie man sieht, in der erfreulichsten Weise übereinstimmt.

Nach allem Angeführten glaube ich mich daher berechtigt, die erste der aufgeworfenen Fragen, nämlich: „Sind die Schwankungen in der Grösse der rothen Blutkörper wirklich so gering, wie SCHMIDT und MALININ sie angeben, oder sind sie grösser, und im letzteren Fall, wie gross sind sie", folgendermassen zu beantworten:

Ia. Die von SCHMID und MALININ angegebenen Differenzen 0,6—0,8 μ, respective 0,3—0,6 μ sind viel zu gering und betragen etwa den dritten Theil der thatsächlich vorhandenen Schwankungen.

Ib. Die Differenzen betragen im allgemeinen für die rothen Blutkörper der verschiedenen Säugethiere 2,64 μ. Dieser Abstand des Maximum vom Minimum bleibt derselbe.

Ich kann somit zur Beantwortung der zweiten Frage schreiten, die folgendermaassen lautete:

II. Ist der bis jetzt ausschliesslich zur Diagnose benutzte mittlere Durchmesser der rothen Blutkörper bei ein und derselben Thierart immer derselbe, oder variirt er, und ist er somit zur Entscheidung der Frage, ob Menschen- oder Thierblut vorliegt, völlig unbrauchbar?

Dass der mittlere Durchmesser der rothen Blutkörper derselben Thierart bei verschiedenen Autoren recht erheblich variirt, lehrt ein Blick auf Tabelle S. 230, in der ich alle mittleren Durchmesser zusammengestellt habe. Aber auch Messungen, die von demselben Autor unter denselben Kautelen ausgeführt wurden, gaben fast jedesmal ein anderes Resultat. Darauf macht schon FRIEDBERG aufmerksam, indem er sagt: „Misst man eine grosse Anzahl derselben, um die durchschnittliche Grösse zu finden, so werden sich zwar Differenzen der letzteren bei den verschiedenen Arten der Säugethiere herausstellen, allein auch diese Differenzen differiren bei Wiederholung der Messung und können höchstens eine grössere oder geringere Wahrscheinlichkeit, selten aber eine Gewissheit der Diagnose gewähren."

Eine viel eingehendere Behandlung dieser wichtigen Frage finden

---

[1]) CH. GRAM: „Untersuchungen über die Grösse der rothen Blutkörper im Normalzustande etc." Fortschritte der Medicin, 1884, Bd. II, p. 33.

Autor	Mensch	Meerschweinchen	Hund	Kaninchen	Ratte	Ochse	Schwein	Katze	Pferd	Schaf.	Ziege
1. Valentin	7,1										3,9
2. Wagner	7,2										
3. Robin	7,3										
4. Harting	7,4										
5. Gulliver	7,4		7,2	7,0	6,8	6,0	6,0	5,8	5,4	5,5	
6. Schmid	7,4		6,6		6,1	5,4	6,2			4,4	
7. Schmidt	7,7		7,0	6,4	6,4	5,8	6,2	5,6	5,7	4,5	
8. Vierordt	7,7		7,3	6,9							
9. Welcker	7,7		7,3	6,9				6,5		5,0	4,1
10. Gram	7,8										
11. Klein	7,8										
12. Formad	7,9	7,5	7,1	6,9		6,0	5,9			5,1	4,2
13. Berchon et Périer	8,3		6,6	6,6			6,6	5,8			

wir in WELCKER's schon mehrfach citirten Arbeit. Nachdem er zuerst die recht verschieden lautenden mittleren Durchmesser mehrerer neuerer Autoren zusammengestellt hat, giebt er die Resultate seiner eigenen sehr zahlreich an den menschlichen Blutkörpern vorgenommenen Messungen an. Da zeigt sich, dass für seine eigene Person der mittlere Durchmesser der rothen Blutkörper zu verschiedenen Zeiten schwankt von 7,71 μ — 7,94 μ. Bei verschiedenen andern völlig gesunden Personen variiren die mittleren Durchmesser noch mehr; der kleinste ist 7,44 μ gross, also schon 0,5 μ kleiner als der grösste. Sodann wendet er sich gegen die von SCHMIDT gemachte Angabe, dass 95—98 % der rothen Blutkörper einer und derselben Thierspecies nahe dieselbe Grösse hätten. Auch dies könne, wie er an einer umfangreichen Tabelle seiner eigenen Messungen zeigt, selbst von nur 60 % der Blutkörper nicht behauptet werden.

„Stets habe ich", fährt er fort, „bei Thieren und bei Menschen den grossen Durchmesser der Blutkörper eines und desselben Individuums um $^1/_4$ bis um die Hälfte des mittleren Maasses schwankend gefunden und es scheinen hierbei alle zwischen den beiden Endwerthen liegenden Grössen in ziemlich gleichmässiger Vertretung vorhanden zu sein."

Nehmen wir nun noch einmal unsere Tabelle zur Hand und betrachten sie etwas aufmerksamer, so finden wir, dass die mittleren Durchmesser bei den verschiedenen Autoren für die rothen Blutkörper des Menschen schwanken von 7,1—8,3 μ, für die des Hundes von 6,6 bis 7,3 μ, für die des Kaninchen von 6,4—7,0 μ, für die der Katze von 5,6—6,5 μ, für die des Schafes von 4,4—5,5 μ. Ich betone noch einmal, dies sollen die, durch eine grössere Zahl von Messungen gefundenen mittleren Durchmesser sein. Es ist nicht möglich, anzunehmen, dass diese Forscher sich alle geirrt haben, oder ungenau in den Messungen gewesen sein sollten, wie MALININ annimmt. Die ausführliche und bis in die kleinsten Kleinigkeiten genaue und exacte

Arbeit WELKER's spricht schon dagegen, wie vielmehr die Resultate dieser grossen Zahl von Forschern, die zum grössten Theil ganz abweichend von einander sind, und denen man doch, wenigstens den meisten von ihnen, den Vorwurf der Ungenauigkeit nicht wird machen können. Nein, der mittlere Durchmesser der rothen Blutkörper ein und desselben Individuums variirt wirklich und muss variiren, je nachdem die Zahl der gemessenen Blutkörper der kleineren, mittleren oder grösseren Sorte variirt. Wenn aber schon der mittlere Durchmesser schwankt, der durch eine grössere Anzahl von Einzelmessungen gewonnen ist, wie ungenau und unzuverlässig muss dann eine Methode sein, die sich mit der Bestimmung des Durchmessers von 5—10 Blutkörpern begnügt, wie es die von MALININ angegebene thut. Zwar nimmt dieser Autor an, dass nicht nur der mittlere, sondern sogar der absolute Durchmesser aller Blutkörper einer Thierart stets derselbe ist; aber da dies ja, wie ich im Vorhergehenden genugsam bewiesen zu haben glaube, nicht der Fall ist, so ist diese Methode völlig unhaltbar und zur Entscheidung der Frage, welcher Species der Säugethiere das betreffende Blut angehört, unbrauchbar, selbst wenn das Blut in tadellosen Trockenpräparaten vorläge.

Die zweite Frage muss also folgendermaassen beantwortet werden:

II. Der mittlere Durchmesser der rothen Blutkörper variirt bei demselben Individuum erheblich und ist zur Entscheidung der Frage: „Menschen- oder Thierblut?“ unbrauchbar.

Aber, und hiermit gehe ich zu dem letzten Abschnitt meiner Arbeit über, sollte es nicht doch möglich sein, das Blut der verschiedenen Säugethiere durch mikroskopische Messung der rothen Blutkörper von einander zu unterscheiden?

Nach meinen Untersuchungen glaube ich diese Frage bejahen zu können. Doch will ich gleich bemerken, dass diese meine Behauptung nur, so zu sagen, die theoretische Seite dieser Sache betrifft, dass ich weit entfernt bin, die Schwierigkeiten, die sich in praxi der Entscheidung dieser Frage entgegen stellen, zu unterschätzen und dass ich mir wohl bewusst bin, dass die Hindernisse, die sich sonst der Stellung einer sicheren Diagnose entgegensetzen, bei dem von mir eingeschlagenen Wege nicht nur nicht kleiner, sondern noch erheblich grösser sich gestalten werden. Aber vielleicht wird es mit der Zeit gelingen, diese Schwierigkeiten zu überwinden. Zuerst muss, nach meiner Meinung, überhaupt erst nachgewiesen werden, dass die Unterscheidung am unverdorbenen Blut, also an gut angefertigten Trockenpräparaten mit Sicherheit möglich ist, und dies zu zeigen wird jetzt meine Aufgabe sein.

Herr Professor SCHWALBE sprach mir gegenüber die Vermuthung aus, dass vielleicht jede Blutart jede Grösse der Blutkörper in einem gewissen, annähernd stets gleichen Procentsatz enthalten

würde, dass ferner wahrscheinlich die Maxima und Minima bei jeder Blutart immer an derselben Stelle liegen würden, und dass es auf diese Weise vielleicht möglich sein werde, für jede Blutart eine bestimmte Curve zu erhalten. Da mich dies aufs höchste interessirte, so machte ich mich sofort an die Arbeit, und bin auf diesem Wege zu befriedigenden und, wie ich hoffe, brauchbaren Resultaten gelangt.

Die Messungen beschränkten sich naturgemäss auf die Blutkörper der gewöhnlichsten Hausthiere, da ja diese hauptsächlich in Betracht kommen; doch untersuchte ich später das Blut aller Thiere, die mir in die Hände kamen; auch an dem Blut von Embryonen und unerwachsenen Thieren wurden Messungen angestellt, allerdings nicht so eingehend und oft, wie an dem der ersteren. Ich möchte an dieser Stelle gleich darauf aufmerksam machen, dass man zwischen dem Blut erwachsener Thiere und dem von Embryonen oder Neugeborenen einen scharfen Unterschied machen muss, und dass man auf keinen Fall die aus beiden Arten gewonnenen Resultate vermengen darf. Denn die Durchmesser der rothen Blutkörper der letzteren sind wesentlich andere als die der ersteren.

Wie schon oben bemerkt, wurden die Messungen bei 1090facher Vergrösserung ausgeführt, und zwar immer an Trockenpräparaten. Von jedem Präparat wurden 100 Körperchen gemessen und zwar so, dass ich von einem Rande des Deckglases beginnend ohne Auswahl alle Blutkörper mass, die bei langsamer Verschiebung des Objectes in den Bereich des Ocularmikrometers kamen. Selbstverständlich erstreckte sich die Messung nur auf solche Körper, die in ihrer Form völlig intact waren, denn dass das eine oder das andere zuweilen etwas verändert ist, kann selbst bei einem mit möglichster Sorgfalt hergestellten Trockenpräparat vorkommen; doch ist dies immerhin selten. Da ich die Verschiebung des Objects stets nur in einer Richtung vornahm, so ist es mit ziemlicher Sicherheit ausgeschlossen, dass dieselben Körper zweimal gemessen wurden. Die Resultate wurden in der Weise notirt, dass nach der Messung jedes Körperchens bei der, die Grösse desselben bezeichnenden Rubrik ein Strich gemacht wurde. Sobald das Hundert voll war, wurde aufgehört und man hatte dann etwa folgendes Ergebnis, z. B. für das Menschenblut. Unter 100 Blutkörpern hatten

9	die	Grösse	von	5	Theilstrichen
34	„	„	„	5,5	„
39	„	„	„	6	„
13	„	„	„	6,5	„
5	„	„	„	7	„

Um nun zu entscheiden, ob hier wirklich eine gewisse Gesetzmässigkeit vorhanden wäre, wurde das Blut von verschiedenen gesunden Menschen derselben Untersuchung unterzogen. Das Resultat

war stets das gleiche; nicht als ob der Procentgehalt des Blutes an Körperchen einer Grösse stets genau derselbe gewesen wäre; in dieser Hinsicht kommen natürlich Schwankungen vor. Aber die Grenzwerthe fielen stets auf denselben Punkt, nämlich auf 5 und 7, das Gros der Blutkörper, etwa 40 %, maassen 6 Theilstriche.

In derselben Weise wurde bei den Messungen aller andern Blutarten verfahren. Um die Resultate meiner Messungen übersichtlich zu gestalten, habe ich mich mit Vorteil der graphischen Methode bedient. Auf Millimeterpapier wurde auf der Abscisse die Grösse der Blutkörper in Theilstrichen aufgetragen. Ein Theilstrich = 1,32 μ entspricht 10 mm, also ein halber Theilstrich = 0,66 μ entspricht 5 mm. Als Ordinaten wurden sodann die für jeden Theilstrichwerth gefundenen Zahlen errichtet. So entstehen Curven (Tafel XIV und XV), die es gestatten, mit Leichtigkeit sowohl die Lage des Maximum und Minimum abzulesen, als auch eine Uebersicht geben, in wieviel Procenten die verschiedenen Grössen der Blutkörper im Blute enthalten sind. Natürlich schwanken die Ordinaten bei den verschiedenen Untersuchungen um ein geringes in der Höhe, doch niemals so, dass der eigentliche Charakter der Curve ein anderer wird. Stets fällt Maximum und Minimum bei den verschiedenen Individuen ein und derselben Thierart auf denselben Punkt, z. B. beim Menschen stets auf 5 und 7, und auch die Lage des Höhepunktes, also der Gipfel der Curve, ist in seinem Standpunkt unerschütterlich, z. B. liegt er beim menschlichen Blute stets bei 6. Durch Messungen an möglichst zahlreichen Individuen derselben Thierart habe ich mich bemüht, die vielleicht zufälligen Schwankungen der Ordinaten zu beseitigen und auf diese Weise sind die Normalcurven, wie ich sie nennen will, entstanden. Alle auf den Tafeln verzeichneten Curven sind solche Normalcurven, mit Ausnahme der vom Schaf, Schwein, Hermelin und der embryonalen.

Betrachten wir nun an der Hand der Tafeln die Curven etwas genauer und vergleichen sie miteinander, so fällt zunächst in die Augen, dass der Abstand des Minimum vom Maximum, also ihre Breite, stets dieselbe ist. Mit alleiniger Ausnahme der von den Blutkörpern des Schafes und der Katze entworfenen Curve nämlich beträgt er stets zwei Theilstriche. Bei der Curve vom Blute des Menschen z. B. liegt das Minimum, also der kleinste Durchmesser, bei 5, das Maximum, also der grösste Durchmesser, bei 7; beim Hund das Minimum bei 4,5, das Maximum bei 6,5 u. s. w. Dabei will ich jedoch bemerken, dass ich absichtlich diejenigen Maxima und Minima unberücksichtigt lasse, die nur durch ein Blutkörperchen repräsentirt werden (siehe Schwein Minimum bei 3,5; Ochse Maximum bei 6). Denn diese kleinsten und grössten Körperchen sind inconstant und finden sich sehr selten, bieten mithin nichts Charakteristisches dar. Bei welchem Theilstrichwerth also auch immer das Minimum und

Maximum liegen mögen, stets beträgt ihr Abstand von einander zwei Theilstriche = 2,64 μ. Ich habe diesen Punkt schon im Vorhergehenden betont.

Der Höhepunkt der verschiedenen Curven schwankt nur innerhalb enger Grenzen. Am wenigsten hoch ist der Gipfel der Curve vom Hermelin, nämlich bei 36, am höchsten bei der vom Schaf, bei 47. Doch fällt eines in die Augen, was allen Curven gemeinsam ist, dass nämlich dieser Höhepunkt die benachbarten Ordinaten stets um ein Bedeutendes überragt. Mit anderen Worten also: es giebt in jeder Blutart unter den Blutkörpern einen Durchmesser, der in besonders grosser Anzahl vertreten ist, der in seinem Vorkommen die Blutkörper des nächst kleineren oder grösseren Durchmessers manchmal um das Doppelte übertrifft. Doch erreicht der Procentgehalt des betreffenden Blutes an diesen Körperchen niemals die Zahl 50. Also auch WELCKER hat noch zu hoch gegriffen, wenn er in seiner schon mehrmals citirten Arbeit sagt, dass man selbst von 60 % der Blutkörper nicht behaupten könne, dass sie nahe dieselbe Grösse besässen. Selbst von 50 % lässt sich dies nicht sagen, gewöhnlich sind es 35—45 %. Die Höhe der dem Gipfel der Curve benachbarten Ordinaten ist bei den verschiedenen Thieren sehr ungleich. Auch darin weichen die einzelnen Curven von einander ab, dass einmal der nächst kleinere, ein anderes Mal der nächst grössere Durchmesser dem Gipfel der Curve in der Höhe am nächsten kommt. In diesem Punkte zeigen also die verschiedenen Curven ein verschiedenes Verhalten; jedoch stimmen sie darin wieder sämmtlich überein, dass die kleinsten und die grössten Durchmesser stets am wenigsten zahlreich im Blut vertreten sind. Hierdurch und ferner durch den Umstand, dass der Höhepunkt der Curven bei allen genau in der Mitte zwischen Minimum und Maximum liegt, nämlich von jedem ein Theilstrich = 1,32 μ entfernt, wird die gleichförmige Gestalt aller Curven bedingt. Stets findet sich ein regelmässiges Ansteigen des einen Schenkels von dem kleinsten Theilstrichwert bis zum Höhepunkt und ein ebenso regelmässiges Absteigen des andern Schenkels bis zum grössten Theilstrichwerth. Einbiegungen der Curvenlinie sind niemals vorhanden.

Was also die äussere Form der Curven anlangt, so ähneln sie einander sehr: ihre Ausdehnung in der Breite ist stets dieselbe, der kleinste und der grösste Theilstrichwerth werden immer durch die niedrigsten Zahlen repräsentirt, der Höhepunkt liegt stets genau in der Mitte und jede Curve zeigt ein regelmässiges Ansteigen und Abfallen. Wodurch nun unterscheiden sie sich von einander? Welche Charakteristika bieten die einzelnen Curven, die für die Unterscheidung der verschiedenen Blutarten durch mikroskopische Messung verwerthet werden können?

Besonders ist auf zwei Punkte zu achten:

1. Bei welchen Theilstrichwerthen ist Anfang und Ende der Curve?
2. Wo befindet sich der Gipfel der Curve?

Werfen wir wieder einen Blick auf die Tafeln, so bemerken wir, dass die Curve für die Blutkörper des Menschen bei 5 beginnt, bei 7 endigt und bei 6 ihren Höhepunkt hat. No. 3, Hund, reicht von 4,5 bis 6,5, Höhepunkt bei 5,5; No. 4, Kaninchen, reicht von 4 bis 6, Höhepunkt bei 5. Mit anderen Worten: die ganze Curve verschiebt sich langsam immer um einen halben Theilstrich nach links, so dass die letzte Curve (Schaf) von 3 bis 4,5 reicht, Höhepunkt bei 3,5. Nach der Grösse ihrer Blutkörper gruppiren sich die verschiedenen hauptsächlich in Betracht kommenden Arten der Säugethiere folgendermassen:[1])

1. Mensch 2. Meerschweinchen	5—7. Höhepunkt 6.
3. Hund	4,5—6,5. H. 5,5.
4. Kaninchen 5. Schwein	4—6. H. 5.
6. Ochse 7. Pferd 8. Maus	3,5—5,5. H. 4,5.
9. Katze	3,5—5. H. 4.
10. Hermelin	3—5. H. 4.
11. Schaf	3—4.5. H. 3,5.

Aus dieser kurzen Zusammenstellung erkennt man, ebenso wie aus den Curven, dass nicht das Blut jeder Thierart seine eigene Curve hat. Mehrere Thiere haben gemeinschaftlich dieselbe, wenigstens sind die Hauptcharakteristika dieselben, Lage des Höhepunktes und Lage des grössten und kleinsten Durchmessers. Doch kann man in solchen Fällen, wo man z. B. entscheiden soll, ob Blut vom Kaninchen oder Schwein vorliegt, auch auf die, dem Gipfel der Curve benachbarten Ordinaten achten. Es ist nämlich z. B. für das Kaninchenblut ziemlich constant der Gehalt des Blutes an Körperchen von der Grösse 4,5 Theilstrich = 5,94 μ geringer, als der von der Grösse 5,5 Theilstrich = 7,26 μ. Beim Schweineblut ist es gerade umgekehrt: die beim Theilstrichwerth 4.5 errichtete Ordinate steigt ungefähr bis 32 auf, die beim Theilstrichwerth 5,5 errichtete nur bis ca. 12. Auch wenn das Blut von der Maus, vom Pferd und Ochsen vorliegt, kann man auf diese Weise eine Entscheidung anstreben. Doch ist es völlig unmöglich, Ochsenblut und Pferdeblut zu unterscheiden. Ich will nicht behaupten, dass diese Unterscheidung ganz sicher ist, doch hat sie mir in zweifelhaften Fällen, wie man sehen wird, gute und richtige

[1]) Nur ein Säugethier hat nach HAYEM grössere Blutkörper als der Mensch, nämlich das Faulthier (Bradypus didactylus), dessen rothe Blutkörper von 8,0—10,3 μ schwanken sollen.

Resultate geliefert. Aber das wird ja auch in den allerwenigsten Fällen von Sachverständigen verlangt werden, dass er direct sagen soll, von welchem Hausthier das Blut stammt. Meistens wird die Frage doch so lauten: „ist es Menschen- oder Säugethierblut?“ Und diese Frage ist an gut hergestellten Deckglastrockenpräparaten mit Hülfe der Curven mit voller Sicherheit zu entscheiden, leider mit einer Ausnahme: Es ist leider völlig unmöglich zu sagen, ob Menschenblut vorliegt oder das vom Meerschweinchen. Beide Curven sind in jeder Beziehung einander gleich: sie reichen beide von 5—7 und ihr Höhepunkt befindet sich bei 6. Auch die Untersuchung, bei welchem Theilstrichwerth die nächst höhere Ordinate liegt, lässt hier völlig im Stich. Beide Curven gleichen sich aufs Haar. Es bleibt Einem in solchem Fall eben nichts weiter übrig, als von vornherein zu erklären, dass eine Unterscheidung dieser beiden Blutarten nicht möglich ist.

Bei der Musterung der neuesten Litteratur nach Vollendung meiner Untersuchungen habe ich eine interessante Uebereinstimmung mit dieser meiner Angabe bei FORMAD[1]) gefunden. Dieser Autor glaubt nämlich ebenfalls durch Messung von mindestens 100 rothen Blutkörpern entscheiden zu können, ob dasselbe von Menschen oder einem Hausthier stammt, mit Ausnahme des Meerschweinchens. Die von ihm gefundenen mittleren Durchmesser habe ich in meinen Tabellen schon aufgeführt.

Für die Verhältnisse, wie sie beim Menschenblut vorliegen, berichtet GRAM ausführlich in seiner schon vorher citirten Arbeit. Als kleinsten Durchmesser giebt er an 6,7 μ, als grössten 9,3. Die verschiedenen Grössen der Blutkörper kommen im Blute in verschiedener Menge vor. Am zahlreichsten findet man die von 6,99 μ, danach die von 7,32 μ, 8,65 μ, 6,66 μ und am seltensten die von 9,32 μ.

Vergleicht man mit diesen Werthen die von mir angegebene Curve und rechnet die Theilstrichwerthe in wirkliche Werthe um, so erhält man: Am zahlreichsten, nämlich zu 42 % sind die Blutkörper vom Durchmesser 6,92 μ im menschlichen Blute enthalten,

zu 28 % die von 7,26 μ,
„ 16 % „ „ 8,58 „
„ 8 % „ „ 6,6 „
„ 6 % „ „ 9,24 „

Wie man sieht, stimmen die von GRAM und mir gefundenen Resultate völlig überein, nur dass seine Durchmesser um $^6/_{100}$ bis $^7/_{100}$ μ = $^6/_{100000}$ mm grösser sind: gewiss eine verschwindend kleine und kaum in Betracht kommende Differenz.[2])

[1]) FORMAD, H. F., Comparative Studies of Mammalian Blood. Journal of comparative Medicine and Surgery. Philadelphia 1888. 61 pp.

[2]) Sie wird vielleicht durch die bedeutendere Grösse der rothen Blutkörperchen bei den nördlichen Völkern (in diesem Falle Norweger) erklärt, s. S. 211.

Nur in einem Punkte kann ich GRAM nicht Recht geben. Er giebt nämlich an, dass man die Blutkörper der ersten vier Durchmesser in dem Blut jedes gesunden Menschen fände, die von 9,24 μ jedoch nur ausnahmsweise. Ich habe die Blutkörper dieses Durchmessers in jedem menschlichen gesunden Blute zu 4—8 % gefunden.

Um nun die Resultate meiner Untersuchungen auf ihre Richtigkeit und Zuverlässigkeit zu prüfen, liess Herr Professor SCHWALBE ohne mein Wissen 8 Deckglastrockenpräparate von 4 verschiedenen Blutarten herstellen, von jeder Sorte zwei. Diese waren mit Nummern versehen. Der Schlüssel hierzu befand sich in den Händen des Herrn Professor SCHWALBE. Schon am folgenden Tage konnte ich folgendes Resultat meiner Messungen einreichen:

No. 1 Kaninchen. No. 2 Hund.
No. 3 Maus. No. 4 Mensch.

Zu meiner grössten Freude waren alle vier gefundenen Resultate vollkommen richtig.

Ich hatte wie gewöhnlich von jedem Präparat 100 Blutkörper gemessen und folgende Werthe erhalten:

No. 1.	5 %	zu	4	Theilstrichen
	16 „	„	4,5	„
	48 „	„	5	„
	25 „	„	5,5	„
	6 „	„	6	„

Dieses Blut konnte entweder vom Kaninchen oder Schwein stammen. Da die zweitgrösste Ordinate bei 5,5 stand, entschied ich mich für Kaninchen.

No. 2.	2 %	zu	4,5	Theilstrichen
	31 „	„	5	„
	40 „	„	5,5	„
	25 „	„	6	„
	2 „	„	6,5	„

Das Blut konnte nur vom Hund stammen.

No. 3.	10 %	zu	3,5	Theilstrichen
	35 „	„	4	„
	40 „	„	4,5	„
	13 „	„	5	„
	2 „	„	5,5	„

Hier war die Auswahl gross; es kam nämlich in Betracht das Blut vom Ochsen, Pferd und Maus. Die zweitgrösste Ordinate lag im aufsteigenden Schenkel der Curven bei 4, ich entschied mich somit für Maus.

No. 4.	9 %	zu	5	Theilstrichen
	25 „	„	5,5	„
	45 „	„	6	„
	17 „	„	6,5	„
	4 „	„	7	„

Das Blut konnte nur einem menschlichen Individuum angehören, da ich vorher gebeten hatte, mir nicht das Blut vom Meerschweinchen vorzulegen, da die Unterscheidung vom menschlichen Blut unmöglich wäre.

Es sind dies herzlich wenig Proben, die, wie ich selbst zugeben will, einen stricten Beweis für die Richtigkeit meiner Angaben nicht erbringen können. Doch zeigt die völlig richtige Lösung der mir gestellten vier Aufgaben doch das Eine, dass es bei genügender Uebung möglich ist, das Blut des Menschen von dem der Säugethiere mit Sicherheit zu unterscheiden; auch kann man auf diesem Wege das Blut der verschiedenen Thierarten mit annähernder Gewissheit erkennen.

Sehen wir zum Schluss nun noch zu, wie sich die Curven bei unerwachsenen Thieren und bei Embryonen gestaltet. Schon früher habe ich bemerkt, dass man zur Feststellung der wahren Durchmesser der rothen Blutkörperchen eines Thieres niemals das Blut von unerwachsenen, noch in der Entwickelung begriffenen Individuen oder gar von Embryonen benutzen darf, da bei diesen die Durchmesser der Blutkörper zu verschieden und zu wechselnd sind. Dieselbe Ansicht findet man schon bei RITTER. In seiner preisgekrönten Schrift „über die Ermittelung von Blutflecken auf metallnen Instrumenten und Kleidungsstücken“ Berlin 1846, sagt er pag. 93: „Das Alter übt entschiedenen Einfluss aus auf die Grösse der Blutkörper“. HARTING fand, dass die eigentlichen Blutkörper bei einem $3^1/_2$ monatlichen Embryo merklich kleiner sind, als beim ausgetragenen Kinde und dass sie erst einige Wochen nach der Geburt die bleibende Grösse erreichen. Als mittleren Durchmesser beim $3^1/_2$ monatlichen Embryo fand er 5,3 μ, schwankend zwischen 4,3 und 7,0; bei einem todtgeborenen reifen Kinde im Mittel 5,7 μ; bei einem 8 monatlichen Kinde im Mittel 7,6 μ. „Die Angaben vieler Autoren, dass der Embryo grössere Blutkörper habe, als der Erwachsene, beziehen sich also auf eine frühere Zeit des Foetallebens.“

Ganz anders jedoch lauten die Angaben der neueren Autoren über diesen Punkt. L. PÉRIER[1]) findet beim neugeborenen menschlichen Kinde rothe Blutkörper in allen Grössen von 3,1 μ bis 10,3 μ und HAYEM[2]) hat beinahe dieselbe Beobachtung gemacht, dass sie nämlich zwischen 3,25 und 10,25 μ schwanken.

Wie man sieht, sind die Ansichten über diesen Punkt sehr verschieden. Jedoch gerade weil sie so sehr von einander abweichen, dienen sie mir als Beweis für die Richtigkeit meiner Behauptung, dass die Durchmesser der rothen Blutkörper noch nicht reifer Indivi-

[1]) L. PÉRIER, Comptes rendus, 1877, p. 1168.
[2]) G. HAYEM, Comptes rendus, 1877, T. 84, p. 1166.

duen zu wechselnd und ganz andere als beim reifen Individuum sind, dass man sie deshalb unter keiner Bedingung dazu mit verwenden darf, um die Durchmesser der rothen Blutkörper einer Thierart festzustellen.

Das Blut vom neugeborenen Menschen zu untersuchen, hatte ich leider keine Gelegenheit. Doch stimmen meine für menschliche Embryonen und zwei neugeborene Thiere (Hund und Maus) gefundenen Resultate darin mit den Angaben von PÉRIER und HAYEM überein, dass die Abstände des Maximum vom Minimum, die, wie wir gesehen haben, beim erwachsenen Thier fast immer 2 Theilstriche = 2,64 betragen, beim Embryo und neugeborenem Thier erheblich grösser werden und oft sogar das Doppelte des für die Erwachsenen gefundenen Abstandes überschreiten. Dem entsprechend sind die Curven für die Blutkörper der Embryonen bedeutend breiter. Auf Tafel XV habe ich die Curven für die Erwachsenen in die unterste Reihe gestellt und die dazu gehörigen Embryonen so darüber gezeichnet, dass dieselben Theilstrichwerthe in derselben Vertikale liegen. Die Curven beschränken sich in ihrer Breite nicht auf den Raum von zwei Theilstrichen, sondern nehmen oft den von vier oder vierundeinhalb Theilstrichen ein, indem sie in einigen Fällen (Mensch, Meerschweinchen, Pferd), nach beiden Seiten den von der Curve des erwachsenen Thieres eingenommen Raum überragen, in andern Fällen (Hund, Rind, Maus) nur auf der Seite des grössten Durchmessers die normalen Grenzen überschreiten. Im allgemeinen sind jedoch die Blutkörper der grösseren Durchmesser zahlreicher vorhanden, als die der kleineren. Der grösseren Breite der Curven entspricht natürlich die geringere Höhe. Ausserdem haben die Curven auch ihre schöne gleichmässige Gestalt, die sie beim erwachsenen Thiere zeigten, völlig verloren. Vielfach findet man Einbiegungen, Zacken und Unregelmässigkeiten, die, glaube ich, durch eine erhebliche Vermehrung der Messungen hätten ausgeglichen werden können. Das Auffälligste aber ist, dass unter den neun aufgestellten Curven für noch in der Entwickelung begriffene Thiere nur viermal (zweimal beim Menschen, einmal beim Hund, einmal bei der Maus) der Höhepunkt der Curve auf denselben Theilstrichwerth fällt wie bei den Curven für erwachsene Thiere. Es ist dies entschieden ein Widerspruch, der aber wohl durch die geringe Zahl der Messungen bedingt sein mag. Denn es liegt doch nahe, anzunehmen, dass derjenige Durchmesser der rothen Blutkörper, der beim erwachsenen Thier im allgemeinen recht bedeutend vorherrscht, auch schon im Embryonalblut in grösserer Menge vorhanden sein sollte. In einigen Fällen (beim Meerschweinchen, Rind und Pferd) findet sich der Höhepunkt der Curve sogar um einen ganzen Theilstrich nach rechts verschoben. Eine Erklärung hierfür wage ich nicht zu geben. Eines nur scheint mir noch werth zu sein, hervorgehoben zu werden. Nach den Curven vom neugeborenen Hund und Maus zu urtheilen, scheint

es nämlich so, als ob bei der Reduction der verschiedenen grossen Blutkörper auf ihre normalen Grenzen, die kleinen Blutkörper zuerst verschwänden, während die grossen noch einige Zeit nach der Geburt fortbestehen und erst im Laufe der Zeit untergehen. Die Curven des neugeborenen Hundes nämlich, der zwei Tage alten Maus und des beinahe reifen Mausfoetus beginnen bei demselben Teilstrichwerth wie die des erwachsenen Thieres, nämlich bei 4,5 resp. 3,5. Bei allen andern Curven mit Ausnahme der vom Rindsembryo, die jedoch vom Blut von Individuen genommen sind, welche von der Reife noch viel weiter entfernt waren, findet man den Anfang der Curve um $^1/_2$—1 Theilstrich früher als bei den Normalcurven. Doch kann ich dies Verhältniss, in Folge der wenig zahlreichen Messungen, nicht mit Sicherheit als constant und normal hinstellen.

Ohne auf diese Embryonalcurven noch näher eingehen zu wollen, möchte ich zum Schluss noch einmal die Resultate des letzten Theils meiner Arbeit kurz zusammenstellen:

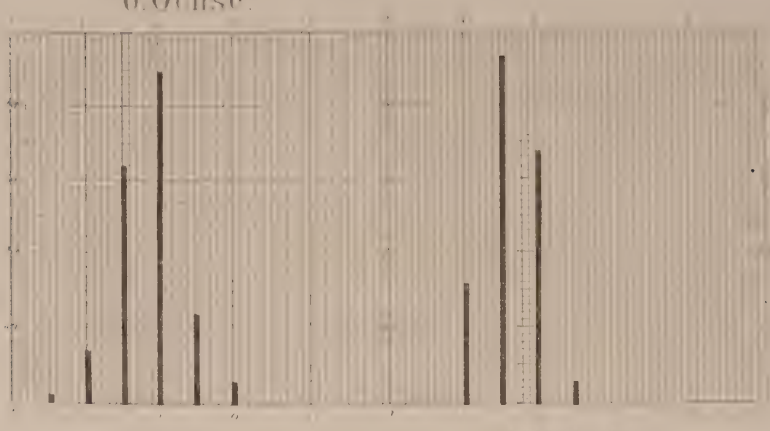
1. Mittels der mitgetheilten Normalcurven ist es an Deckglastrockenpräparaten möglich, Menschen- und Thierblut mit Sicherheit von einander zu unterscheiden, mit alleiniger Ausnahme des Blutes vom Meerschweinchen.

2. Mittels derselben Curven kann man auch mit annähernder Gewissheit in den meisten Fällen das Blut der verschiedenen Säugethiere von einander unterscheiden.

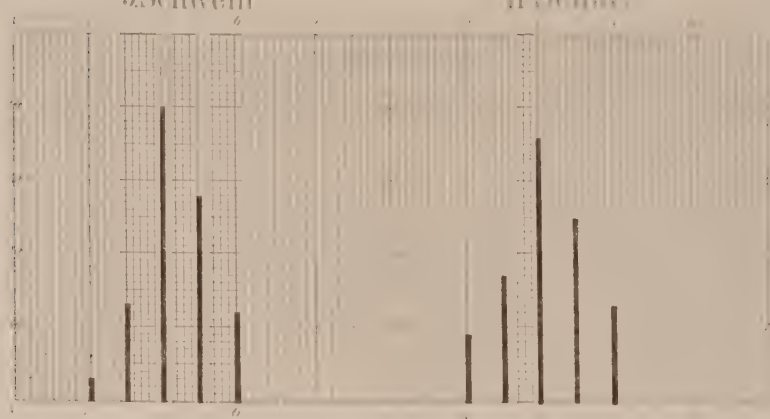
Das, was beabsichtigt war, überhaupt erst einmal zu zeigen, dass die Unterscheidung der verschiedenen Blutarten an Deckglastrockenpräparaten möglich ist, ist mir, glaube ich, gelungen. Weiteren Untersuchungen und Versuchen muss es vorbehalten bleiben, dieses Resultat auch für die Praxis des Gerichtsarztes verwerthbar zu machen, um so eine Lücke der forensischen Medicin auszufüllen, die sich in schwierigen Gerichtsfällen schon oft fühlbar gemacht hat.

G. Pätz'sche Buchdr. (Lippert & Co.) Naumburg a/S.

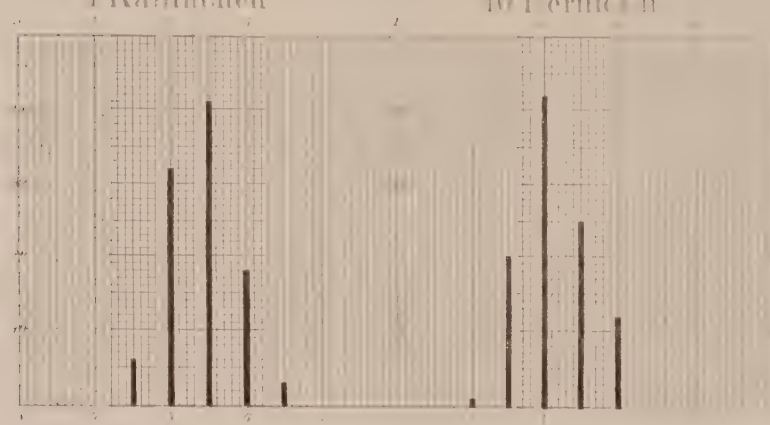
6. Ochse.



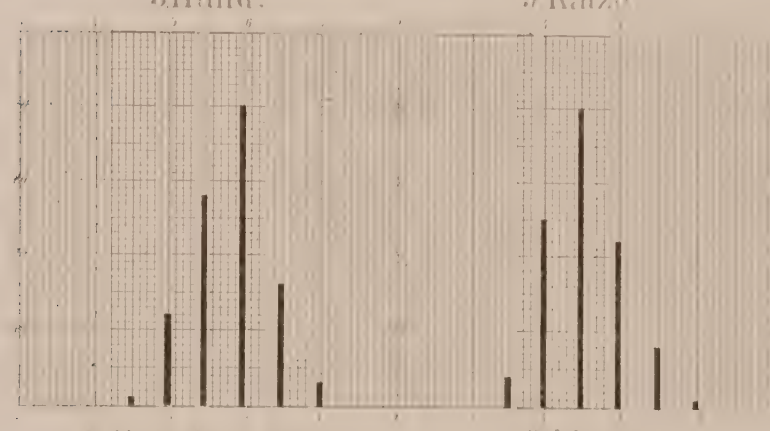
5. Schwein. 11. Schaf.



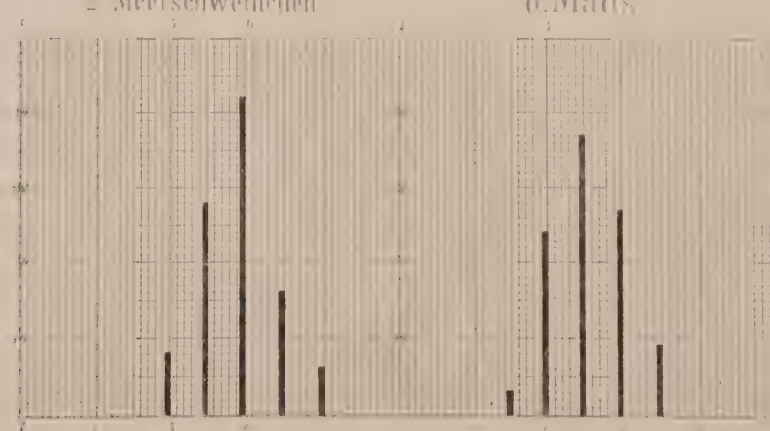
4. Kaninchen. 10. Ziege.



3. Hund. 9. Katze.

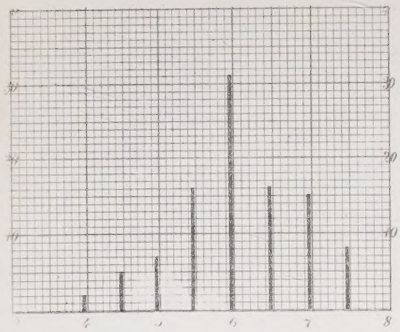


2. Meerschweinchen. 8. Maus.

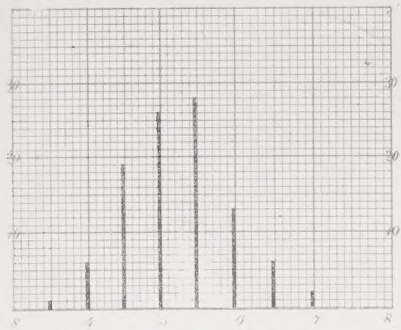


1. Mensch. 7. Pferd.

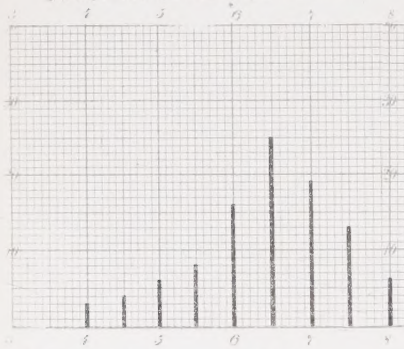
Verlag der Buchhandlung



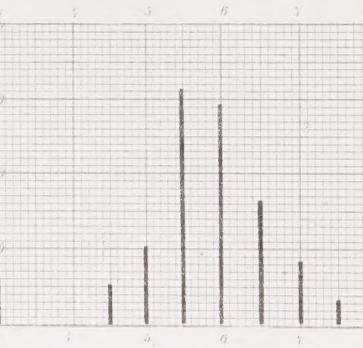
4. Menschl. Embryo 225 mm ♀



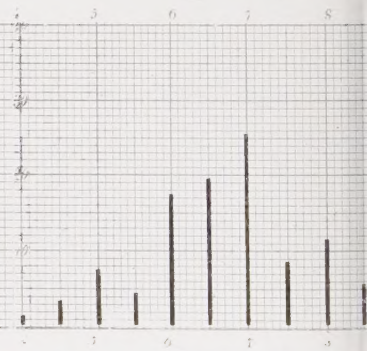
3. Menschl. Embryo 263 mm ♂



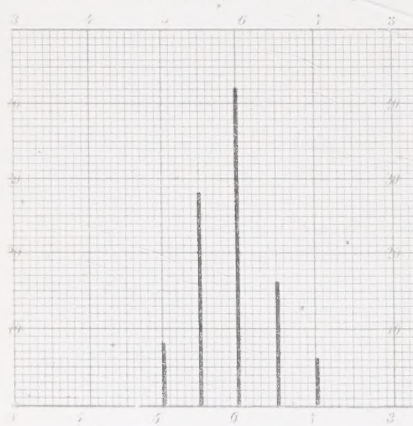
2. Menschl. Embryo. 29·2 mm ♀



Neugeborner Hund, ♂

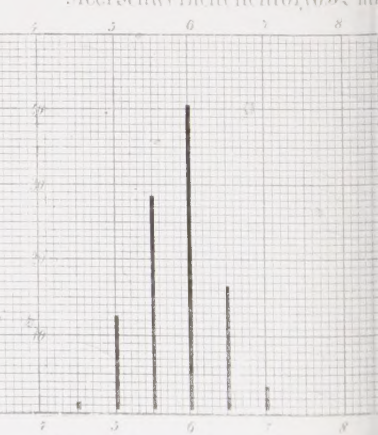


Meerschweinchenembryo 32 m

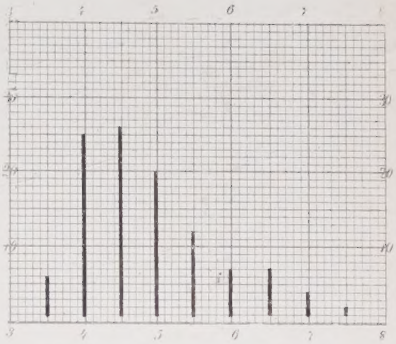


1. Mensch, erwachsen.

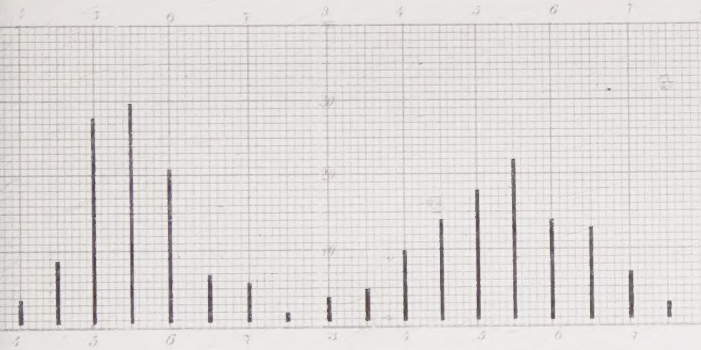
Hund, erwachsen ♀



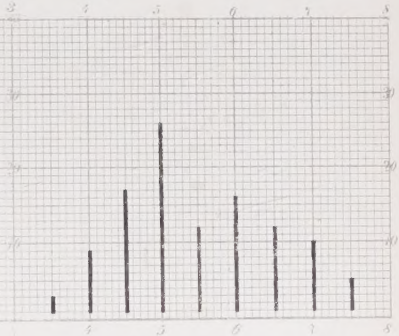
Meerschweinchen erwachsen



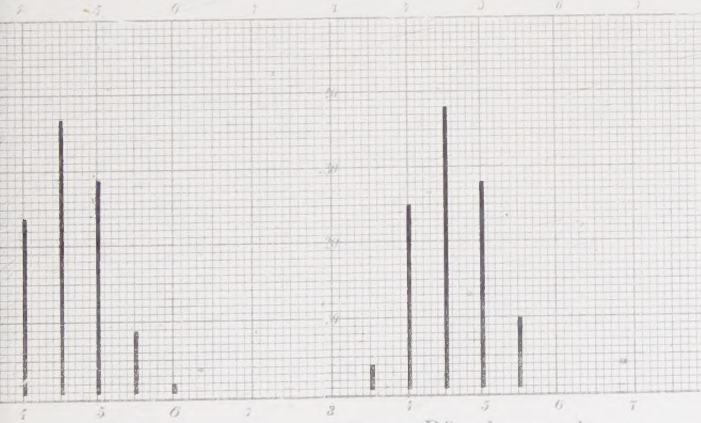
Embryo einerweissen Maus. 22mm.



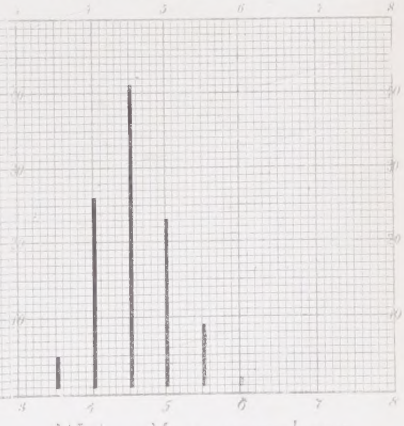
Rindsembryo. 9 cm.



Pferdeembryo. 12,5 cm.



Weisse Maus, 2 Tage alt. 3 cm.



Ochse.

Pferd erwachsen.

Weisse Maus, erwachsen.